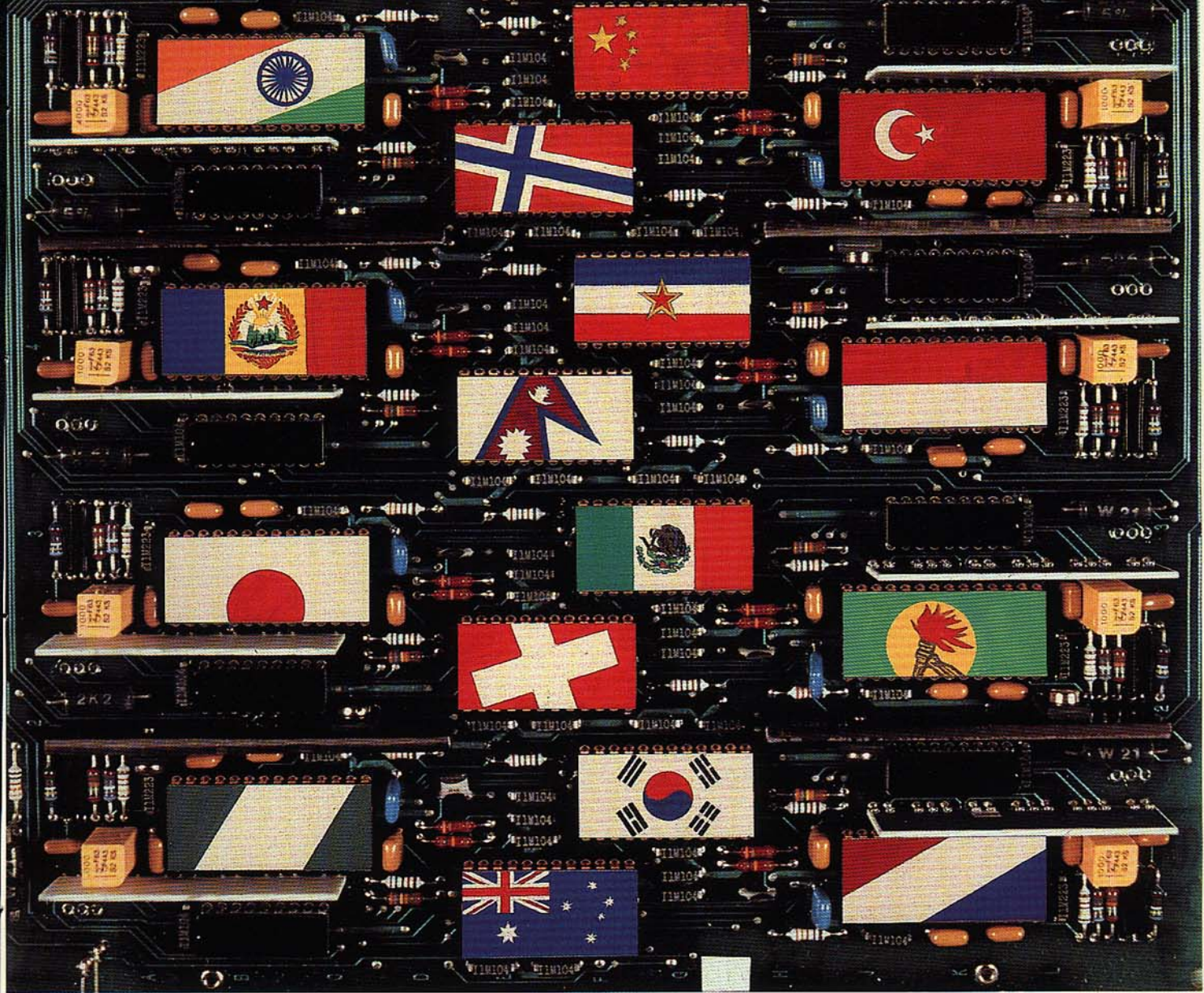


Comunicaciones Eléctricas



Alcatel

Volumen 61
Número 2 · 1987

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION
Revista técnica publicada trimestralmente por Alcatel NV

Comunicaciones Eléctricas presenta las investigaciones, los desarrollos y las realizaciones conseguidas por Alcatel NV y sus compañías asociadas.

Publicada desde 1922 en versión inglesa, se edita actualmente en cuatro idiomas y se distribuye en el mundo entero.

Se invita a los ingenieros y científicos de Alcatel a proponer proyectos de artículos, cuyos resúmenes deben enviarse al editor internacional para su consideración.

Dirección

Lester A. Gimpelson, Bruselas

Coordinación internacional

Michael Deason, Londres

Ediciones locales

Comunicaciones Eléctricas

Antonio Soto, Madrid

Revue des Télécommunications

Jean-Pierre Dartois, París

Electrical Communication

Rod Hazell, Londres

Elektrisches Nachrichtenwesen

Wolfgang Schmid, Stuttgart

Publicado en julio de 1987

© Alcatel NV, 1987

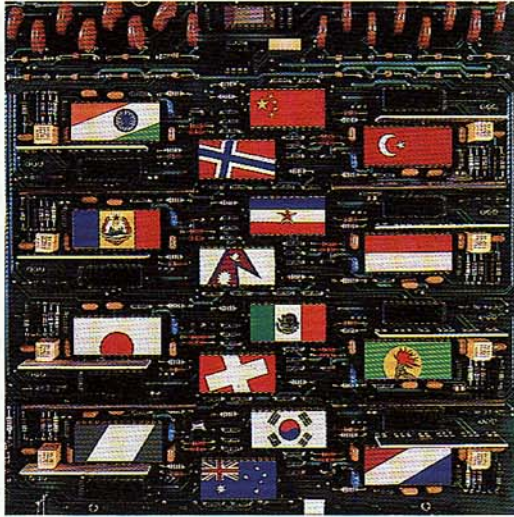
Las direcciones de los editores se dan en la página 240

Transferencia de tecnología

- 142 **Presentación**
- 144 **Transferencia de tecnología: introducción**
R. P. Harper
- 153 **El Sistema 12: un producto paneuropeo**
K. Rothmaier y H. Verhille
- 160 **Transferencia de tecnología de programación del núcleo genérico del Sistema 12**
G. J. Wisdom
- 166 **Programa de transferencia de tecnología para la PABX digital 5200 BCS**
H. Gessinger, G. W. Hasler y W. Hiller
- 173 **Red de datos de la Compañía para intercambio de información**
K. Van Gestel
- 178 **Transferencia mundial de tecnología de telecomunicaciones**
R. Van Malderen
- 186 **Transferencia de tecnología del Sistema 12 a la República Popular China**
Zhou Huasheng y M. Kerkhofs
- 194 **Transferencia de tecnología a Taiwan: del Metaconta 10C al Sistema 12**
Cheng-Wen Cheng y S. Y. Persson
- 201 **Telecomunicaciones en Turquía: Sistema 12 y otros productos**
M. Nollet, W. Spiessens y D. Öcal
- 208 **Transferencia de tecnología a Corea**
J. Quaeyhaegens
- 213 **Transferencia al Japón de tecnología de programación para conmutación de paquetes**
R. M. Simpson
- 219 **Formación técnica para la autonomía de los receptores de tecnología**
J. M. Croymans
- 226 **Planificación de la transferencia de tecnología**
B. Gervais
- 232 **Transferencia a la India de la tecnología de la central Alcatel E10**
J.-M. Buzuy-Debat y G. Farrenc
- 239 **En este número**

Este número de Comunicaciones Eléctricas se había planeado y en gran parte escrito antes de la fusión de intereses de telecomunicación de CGE e ITT, por lo que contiene una serie de referencias a ITT, aunque las compañías afectadas sean hoy subsidiarias de la nueva firma Alcatel NV.

Director de Comunicaciones Eléctricas:
A. Soto, Ramírez de Prado, 5, 28045 Madrid (España)



La transferencia de tecnología no es un concepto nuevo. Durante más de un siglo el dominio de las técnicas de diseño, fabricación y mantenimiento de sistemas de telecomunicación ha pasado de unas naciones a otras. Compartir de este modo el "saber-hacer" fomenta la cooperación internacional en el progreso tecnológico, y permite que los participantes de países en desarrollo asimilen con rapidez la tecnología avanzada y logren autonomía en su industria e infraestructura de telecomunicaciones.

Presentación

La transferencia de tecnología desde los países avanzados a los recién industrializados o en vías de desarrollo es a la vez una necesidad para estos últimos y una responsabilidad social para los primeros. Esto sobre todo sucede en el sector de las telecomunicaciones, consideradas ahora como un servicio análogo a la distribución de agua o de electricidad. Asistimos, pues, a un cambio radical en el estilo del comercio entre naciones: anteriormente los suministradores entregaban sistemas de telecomunicación completos, producidos en sus factorías, mientras que hoy lo que suministran es el acervo tecnológico entero de su producto junto con la formación necesaria para elevar el nivel tecnológico del que lo recibe. De hecho el producto es cada vez menos "equipo" y más innovación, tecnología, diseño de sistemas, formación y maestría.

Sin embargo, la transferencia de tecnología a naciones en desarrollo es sólo una parte de la historia. En compañías multinacionales como Alcatel NV, la mayoría de las transferencias se verifican entre casas de los países más industrializados de Europa, Norteamérica y Japón, y abarcan desde proyectos tan grandes como el Sistema 12 cuya investigación y desarrollo se ha extendido por numerosos países, hasta los menores, como el desarrollo del 5200 BCS, que se centran en un país para luego transferirse a otros. También cubren la investigación básica, ofrecida a todas las casas de Alcatel NV sea cual fuere la que emprendió el trabajo. Esta considerable experiencia acumulada entre sus propias empresas ha creado la base necesaria para transvasar tecnologías modernas a compañías licenciatarias y a empresas mixtas de todo el globo, consiguiendo muchas transferencias fructíferas de sistemas avanzados a receptores de países en desarrollo. Estimamos que el éxito se mide por la capacidad del receptor para efectuar ulteriores modificaciones, rediseños y mejoras de fabricación una vez terminado el contrato de transferencia.

Transferir sistemas de telecomunicación avanzados a menudo beneficia a otros sectores económicos del país receptor al llevar consigo tecnologías afines, enriqueciendo así la base tecnológica local y potenciando la competitividad del receptor. Este aspecto tiene creciente importancia, pues los sistemas modernos por sí mismos requieren recursos humanos de producción e instalación relativamente escasos en comparación con los sistemas de la anterior generación.

Alcatel NV, recientemente constituida por la fusión de los intereses de telecomunicación de ITT y CGE, tiene el justificado orgullo de haber contribuido de modo sustancial al desarrollo de una serie de países mediante la transferencia de modernas tecnologías. Este número de *Comunicaciones Eléctricas* presenta unos cuantos ejemplos, junto a otros que se han producido entre países adelantados. La experiencia de las compañías de Alcatel NV en estas materias se remonta hasta la década de 1880, en los días de las centrales manuales, y ha continuado a través de las sucesivas generaciones de equipo rotativo y de barras cruzadas, y luego las centrales controladas por programa almacenado. Hoy día Alcatel NV está transfiriendo las tecnologías digitales de ambas centrales E10 y Sistema 12 a licenciatarios y socios de numerosos países. Incluso antes de haberse unido, las dos compañías – ITT y CGE – podían considerarse las más potentes y eficaces transmisoras de tecnología de telecomunicación en todo el mundo.

La aparición de centrales analógicas y digitales controladas por ordenador añadió un nuevo ingrediente – la tecnología de la programación – al contenido de la transferencia.

Como sucede con el soporte físico, el volumen de información a transferir dependerá del grado de autonomía que desee el receptor una vez finalizado el proceso; por esta razón, se puede escoger desde suministrar una biblioteca básica de programas y herramientas más la capacitación necesaria para modificar los paquetes de programación de acuerdo con las normas y requisitos de la red nacional, hasta conferir un pleno control de la programación "núcleo", de la calidad y de la configuración. En estas últimas áreas es esencial el cercano apoyo del suministrador para asegurar la buena prestación del sistema, pero también aquí el proceso de transferencia implica que el receptor podrá independizarse técnicamente si así lo desea.

Los rápidos cambios tecnológicos exigen que el suministrador se comprometa a largo plazo con el receptor, posiblemente en forma de asociación que perdure a través de la evolución de tecnologías y sistemas. Ejemplo es el socio local de Alcatel NV en Taiwan, TAISEL, con su brillante historial de producción de centrales semielectrónicas (Metaconta 10C), equipo de transmisión, y ahora las nuevas centrales digitales. TAISEL está hoy integrado en la organización mundial de investigación y desarrollo Alcatel, y se comunica con los centros de diseño de la misma a través de la red de datos que posee la Compañía. Tal ha sido el éxito de esta asociación y transferencia que TAISEL está ahora aportando diseños y modificaciones de diseño utilizables por las demás casas Alcatel (versión de 24 canales del Sistema 12, por ejemplo).

La transferencia de tecnología exige al suministrador aportar una documentación descriptiva de alta calidad, unida a eficaces programas de formación y asistencia técnica. Naturalmente, también la ingeniería y herramientas soporte de programación necesarias, junto con el equipo y maquinaria requeridos para la ingeniería, fabricación, montaje, prueba, instalación y mantenimiento del producto que va a fabricarse. Como ejemplo, la transferencia de "saber-hacer" para el diseño y fabricación de determinado producto afecta a funciones esenciales de una compañía local:

- Ingeniería Diseño de producto
 Diseño de producción
- Producción Gestión
 Control
 Fabricación, montaje y prueba
- Soporte Almacenamiento y comunicación de datos
 Control de inventarios
 Control de calidad
- Comercial Marketing y ventas.

Debe señalarse que los programas de asistencia pueden llegar a cubrir la dirección y las funciones comerciales clave que atañen a la venta del producto terminado al usuario.

La experiencia enseña que suele haber más dificultad en transferir las técnicas de gestión que la propia tecnología, pero sin embargo ello no puede desatenderse.

La acelerada evolución de la microelectrónica y la programación plantea un fuerte reto a los modernos suministradores de sistemas como Alcatel NV. En efecto, tienen que mantener su posición de vanguardia en las numerosas áreas tecnológicas que implica la telecomunicación, con el fin de poder seguir aportando esas tecnologías a sus asociados, ya sea en naciones adelantadas o en desarrollo, y para conseguirlo deben comprometer cuantiosos recursos en investigación y desarrollo aun cuando la aportación económica de la fabricación sea menor a medida que la transferencia tecnológica reemplaza a la exportación directa del equipo. Paralelamente, los países en desarrollo afrontan el reto de asegurar un acuerdo eficaz de cooperación que impulse la transferencia de tecnología durante muchos años y por tanto garantice el permanente acceso a las últimas tecnologías.

Alcatel NV se ha comprometido a conseguir dos objetivos: mantener su liderazgo tecnológico y acometer asociaciones con compañías adecuadas de países en vías de desarrollo para beneficio mutuo de ambas partes. La vasta y provechosa experiencia de los pasados años, enriquecida con las nuevas energías y capacidades resultantes de la fusión creadora de Alcatel NV, nos infunde plena confianza en que podremos satisfacer tanto nuestras propias necesidades como las de nuestros eventuales socios.



B. J. McFadden

Presidente, Alcatel Trade International, Bruselas

Transferencia de tecnología: introducción

La adquisición de tecnología y la transferencia de conocimientos y técnicas son un proceso esencial en toda sociedad industrial. Sin embargo, para que dicha transferencia sea eficaz y beneficie tanto al suministrador como al receptor, es importante que el primero tenga la maestría tecnológica necesaria así como experiencia previa en la transferencia de tecnología.

R. P. Harper

Alcatel Trade International, Bruselas, Bélgica

Introducción

Un rasgo fundamental de desarrollo económico de una nación es la industrialización, y se acepta generalmente que el proporcionar servicios de telecomunicación adecuados juega un papel esencial en ayuda de este desarrollo. Muchos países, sin embargo, no tienen la maestría tecnológica necesaria para desarrollar equipos avanzados de telecomunicación, y en tales casos puede resultar ventajoso adquirir la tecnología subyacente y los correspondientes conocimientos y técnicas, tanto para asegurar la independencia tecnológica en el futuro como para desarrollar los conocimientos de ingeniería que serán base de futuras creaciones propias.

El proceso de transferir tecnología difiere mucho de la importación directa de productos terminados y del montaje de productos con juegos de componentes, piezas y unidades importadas. Aunque ambas alternativas permiten al receptor aumentar sus

conocimientos y familiarizarse por ejemplo con el manejo y mantenimiento del equipo, no proporcionan acceso total a la ingeniería de diseño ni a las técnicas de fabricación.

Un grave problema de los sistemas modernos es la rápida evolución de la microelectrónica y las tecnologías de programación en las que se basan, que exigen elevadas inversiones para mantenerse al día. Un acuerdo eficaz para transferencia de tecnología con un suministrador de vanguardia, no sólo reduce la sangría de las reservas de divisas sino también resuelve el problema del cambio tecnológico.

ITT es un destacado suministrador de tecnología que, viéndose obligado a distribuir tecnología a sus filiales de todo el mundo, ha adquirido una experiencia excepcional en la construcción y exportación de plantas fabriles, incluyendo la formación del personal local hasta ser capaces de hacer su propia ingeniería de desarrollo (CDE) e ingeniería de aplicación (CAE). En las tablas 1, 2 y 3 se muestran ejemplos de la experiencia de ITT en transferencia de tecnología que se remontan al año 1889.

La conjuntura comercial está cambiando en muchos aspectos, uno de los cuales es que las compañías exigen cada vez más transferencia de tecnología en contraposición a la importación directa, a fin de aumentar el valor añadido local, mantener el empleo y conseguir independencia tecnológica e industrialización. Así, la transferencia de tecnología se ha vuelto importante para suministradores como ITT que pueden y quieren participar en este tipo de empresa. En consecuencia, al orientarse la tendencia de estos negocios a proporcionar ingeniería, servicios de informática y tecnología en lugar de meros equipos, ITT tiene que invertir continuamente para mantenerse por delante de los receptores de tecnología y estar en condiciones de atender sus necesidades futuras.

La tecnología del Sistema 12 de conmutación digital ha sido transferida a muchos países del mundo.

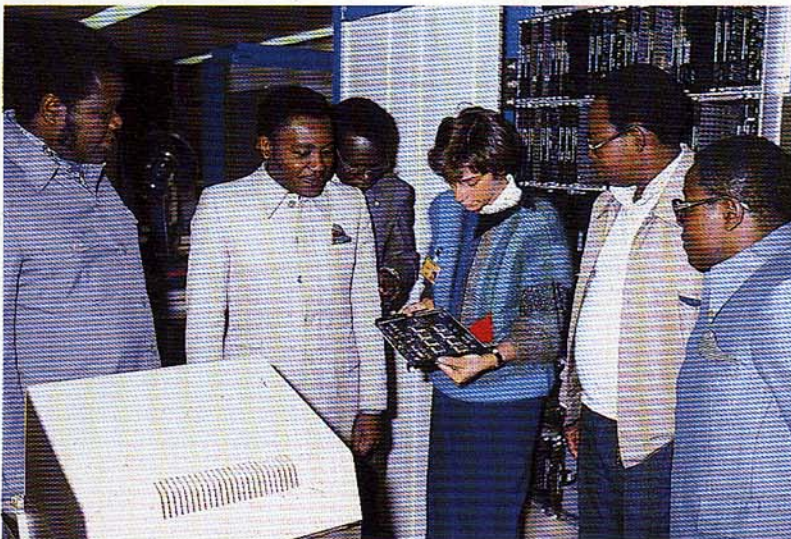


Tabla 1 — Experiencia de empresas de ITT en transferencia de tecnología de centrales telefónicas manual, rotativa, y de barras cruzadas

Año	País	Compañía	Sistema	Capacidad (líneas/año)
1889	Francia	LMT	Manual	—
1909	Italia	FACE	Manual	—
1915	Noruega	STK	Manual	—
1926	España	SESA	Rotativo	—
1931	Dinamarca	Standard Electric	Rotativo	—
	Hungría	Budavox	Rotativo	—
1935	Suiza	STR	Rotativo	—
	Rumania	Electromagnética	Rotativo	—
1937	Brasil	SESA	Rotativo	—
1940	Países Bajos	NSEM	Rotativo	—
1960	Noruega	STK	Barras cruzadas 8B	—
1961	Puerto Rico	ITT Caribbean	Pentaconta	100.000
1964	India	ITI	Pentaconta	100.000
1965	Rumanía	Electromagnética	Pentaconta	100.000
1968	Surinam	ITT Caribbean	Pentaconta	20.000
1969	Grecia	ITT Hellas	Pentaconta	50.000
1971	Perú	FETSA	Pentaconta	20.000
1975	Indonesia	PT Inti	Pentaconta	20.000
			Pentomat	10.000
			Biphone	10.000
			sistemas	
			Aparatos de abonado	50.000
1981	India	ITI	ICP	200.000

Tabla 2 — Transferencia de tecnología de centrales semielectrónicas y digitales

Año	País	Compañía	Sistema	Capacidad (líneas/año)
1971	Yugoslavia	ISKRA	Metaconta	100.000
1972	Australia	STC (Pty) Ltd.	Metaconta	100.000
1973	Noruega	STK	Metaconta	40.000
1974	Taiwan	Taisel	Metaconta	100.000
1977	Corea	KTC	Metaconta	660.000
1980	Indonesia	PT Inti	Metaconta rural	4.000
1980	México	Indetel	Sistema 12	200.000
1981	Taiwan	Taisel	Sistema 12	150.000
1983	China	SBTEMC	Sistema 12	300.000
	Noruega	STK	Sistema 12	100.000
	Corea	SST	Sistema 12	320.000
	Yugoslavia	ISKRA	Sistema 12	230.000
1984	Turquía	Teletas	Sistema 12	500.000

Beneficios

Una transferencia de tecnología acertada puede aumentar la productividad, crear empleo y elevar los ingresos medios. No obstante, para alcanzar estos objetivos la tecnología tiene que acomodarse a la capacidad del personal cualificado local y al capital disponible, al tiempo que asegure el máximo empleo de materiales y recursos locales. Sin embargo, la tecnología del mundo industrializado exige que el suministrador tenga especiales habilidades y expe-

riencia para que la transferencia de tecnología beneficie a los países menos desarrollados. Para el suministrador, la ventaja reside en un mercado más amplio y en la oportunidad de una larga asociación comercial y tecnológica con un próspero fabricante local. El mayor volumen de producción, a su vez, ayuda a amortizar los costes comunes del desarrollo de sistemas y prolonga la vida del producto gracias a ventas en países donde las tecnologías no quedan anticuadas tan deprisa como en el mercado local del suministrador.

El receptor de tecnología se beneficia directamente de varias maneras:

- autosuficiencia en el suministro de equipos
- adquisición de tecnología demasiado costosa para desarrollar localmente
- introducción de una base industrial avanzada
- formación y preparación de ingenieros y técnicos en nuevas tecnologías
- nuevas oportunidades de empleo para personal cualificado en fabricación
- aplicación de técnicas modernas de dirección, fabricación y control de calidad
- expansión de empresas locales que suministren componentes, piezas y servicios
- ahorro de divisas al bajar las importaciones
- apoyo financiero estatal de carácter prioritario para la industria local.

Además, a largo plazo, se puede esperar que aumenten otros beneficios indirectos como resultado del impulso sobre otras industrias de la tecnología comprada. Al mismo tiempo se estimulará la demanda local por el desarrollo de nuevos productos basados en esa tecnología y se agrandará la base para el crecimiento industrial subsiguiente. Puede esperarse una mejora del nivel de educación gracias al incentivo psicológico que ofrece a los jóvenes el tener más oportunidades, y a la presión de los padres ante nuevas expectativas de alcanzar puestos de trabajo y de dirección cualificados.

En la figura 1 aparece un esquema general de transferencia de tecnología, indicando que el suministrador de la tecnología normalmente entregará el equipo directamente al usuario final para cubrir sus necesidades, mientras no se llegue a la plena fabricación local.

Tabla 3 — Transferencia de tecnología de transmisión y otras tecnologías de telecomunicación

Año	País	Compañía	Sistema	Capacidad anual
1969	México	Indetel	Teléfono MUX	15.000 canales
1970	Brasil	SESA Rio	Teléfono MUX	8.000 canales
1975	México	Indetel	PCM32 de 2Mbit/s	300 terminales
1977	Portugal	Standard Electrica	PCM32 de 2Mbit/s	50 terminales
1978	Países Bajos	NSEM	PCM32 de 2Mbit/s	50 terminales
	Yugoslavia	ISKRA	Pago previo	1.000 aparatos
1979	Portugal	Standard Electrica	Teléfono MUX	11.000 canales
	Argentina	FM	PCM32 de 2Mbit/s	255 terminales
1980	Turquía	PTT Arla	Microondas	400 Tx/Rx
	Indonesia	LEN	Domsat	32 terminales
	Indonesia	PT Inti	Pago previo	3.500 aparatos
	Portugal	Standard Electrica	Uniphone	6.000 aparatos
	Países Bajos	NSEM	Uniphone	130.000 aparatos
1981	Portugal	Standard Electrica	PCM32 de 2Mbit/s	100 terminales
1982	Tailandia	ITT Tailandia	Uniphone	90.000 aparatos
	España	SESA	Railcom	700 estaciones fijas
1983	Malasia	Sapura Holdings	Uniphone	200.000 aparatos
	Malasia	Sapura Holdings	Pago previo	6.000 unidades
1984	Turquía	Teletas	Pago previo	5.000 unidades
	Perú	FESTA	Uniphone	150.000 aparatos
1985	Indonesia	PT Inti	Pago previo	3.650 unidades
1986	Turquía	Teletas	Aparatos Venturer	120.000 aparatos
	Turquía	Teletas	Microondas digital	1.000 Tx/Rx
	Turquía	Teletas	MUX 140 Mbit/s	1.000 terminales
	Tailandia	ITT Tailandia	Uniphone	240.000 aparatos

Definición

Cuando se prepara un contrato de transferencia de tecnología, ambas partes tienen que especificar claramente la tecnología, conocimientos prácticos y suministros auxiliares que se transferirán durante el período contractual. Por ejemplo, el uso, aplicación y programación de un circuito VLSI puede considerarse un límite de la transferencia. Otro límite más elevado incluiría la fabricación de ese dispositivo electrónico, y un contrato aún más amplio

podría englobar la técnica de ingeniería de diseño. Por otra parte, el circuito VLSI puede pertenecer a un producto (tecnología) de telecomunicación que también se esté transfiriendo. La definición de ese producto contendría una descripción funcional que abarcara el sistema con todos sus subsistemas, módulos, submódulos y componentes, así como los detalles de su interconexión, su función y su aplicación.

El grado en que se transfiere la tecnología corresponde a una de las tres categorías siguientes:

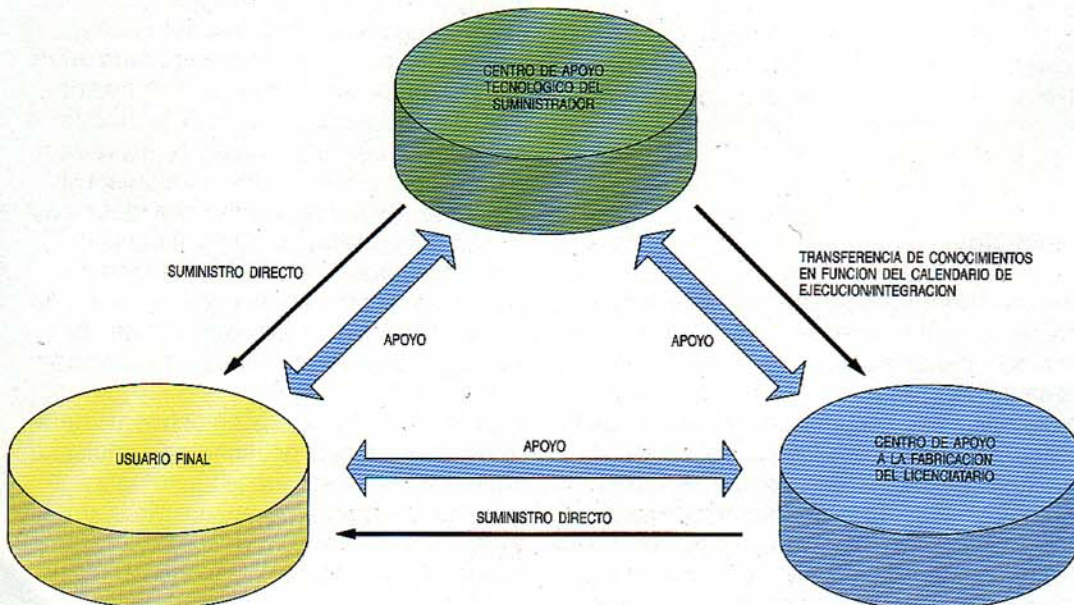
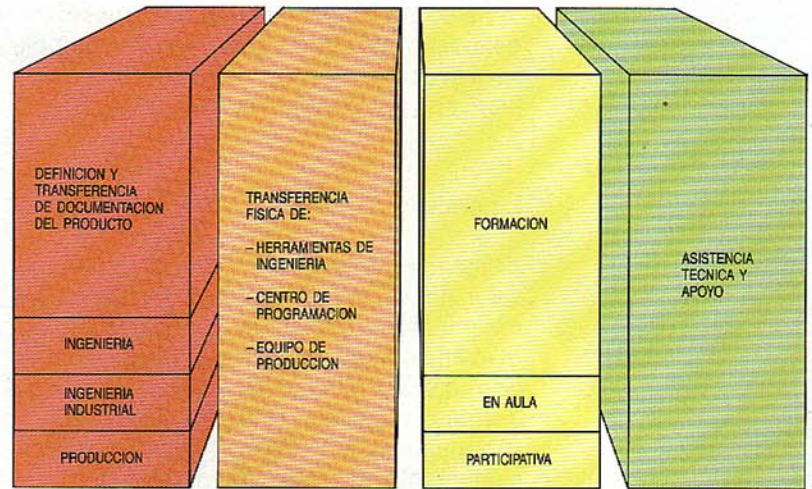


Figura 1 Esquema general de un acuerdo de transferencia de tecnología tripartito.

- tecnología básica
- mejoras dentro de los límites definidos para la tecnología básica
- mejoras y nuevas características fuera de estos límites.

Los suministros auxiliares pueden ser herramientas de ingeniería, un centro de programación, equipos de fabricación y herramientas y equipos de prueba. Asimismo podrían incluir materias primas y componentes necesarios para la línea de fabricación, tales como unidades, subunidades, piezas y cables.



Medios de transferencia

Para que un método de transferencia de conocimientos sobre el producto y la fabricación sea completo, comprobado y eficaz ha de incluir documentación, formación y asistencia técnica, junto con los elementos físicos relacionados, según se indica en la figura 2.

Documentación

Para establecer un flujo de información fiable, necesario para una eficaz transferencia de técnicas y métodos, es esencial un sistema de documentación completo y bien organizado, el cual deberá abarcar la tecnología para el sistema, su ingeniería, fabricación (en base a materiales, piezas y componentes), montaje, pruebas, reparación, instalación y mantenimiento.

Formación

En los modernos productos de telecomunicación se emplean técnicas de fabricación avanzadas, que exigen personal cualificado y experimentado a fin de cumplir las normas de fabricación. Se necesitan muchos años de experiencia en la capacitación para preparar y organizar programas de formación eficaces.

Los pasos típicos para capacitar nuevo personal de fabricación, ingenieros y personal de gestión son los siguientes:

- formación técnica teórica, tanto localmente como en las instalaciones del suministrador
- formación para adquirir confianza y experiencia participando en las actividades de los departamentos de fabricación y desarrollo del suministrador
- adiestramiento práctico en la fábrica o el centro de ingeniería del receptor
- formación de instructores locales para independizarse del suministrador.

Figura 2

La transferencia de tecnología es un proceso por el cual se transmiten a un receptor la información sobre teoría y técnicas del producto, las herramientas de ingeniería y los equipos de fabricación, mediante documentación, formación y asistencia técnica.



Uno de los aspectos más importantes de cualquier transferencia de tecnología es un programa completo de formación ajustado a las necesidades del receptor. En la fotografía, una clase teórica sobre el sistema 5200 BCS.

El programa de formación está preparado a la medida de las necesidades de cada receptor tecnológico.

Asistencia técnica

Para garantizar el aumento progresivo de la producción hasta la capacidad proyectada y una completa transferencia de conocimientos, es esencial disponer de un equipo de expertos funcionales que ayuden a los empleados locales de los puestos clave durante el periodo de arranque. Un programa típico de asistencia técnica cubrirá la plena realización del proyecto, el soporte a la fabricación (dirección, control de calidad, ingeniería de proceso, ingeniería de pruebas y manipulación de materiales), la ingeniería de equipos y programación, y la instalación.

Se puede también contratar, en caso necesario, asistencia gerencial, por ejemplo para ayudar a comercializar el producto fabricado entre los usuarios finales.

Licencia y derechos

La tecnología tiene para su propietario un valor, en el que inciden apreciablemente los recursos invertidos en desarrollar la información completa tanto de técnicas y métodos como de fabricación. Esta información es indispensable para la especificación, dimensionamiento físico, ingeniería, fabricación, montaje, instalación, prueba, uso y mantenimiento del producto que se transfiere. Dicho de otra forma, el propietario tiene derechos de propiedad industrial e intelectual sobre la tecnología. Por medio de una licencia, el propietario de la tecnología (licenciador) concede al receptor de la tecnología (licenciario) un derecho intransferible a utilizar la información que se cede sobre el producto, tal y como se define, junto con los derechos de venta para ese producto en un territorio determinado.

Por su parte, el receptor de la tecnología paga una cantidad por licencia como remuneración por la propia transferencia de tecnología. Esta cantidad se distribuye entre un pago inicial y un canon que se

aplica típicamente a las ventas netas del licenciario a terceras partes. Se definen como ventas netas las ventas del licenciario reducidas en las ventas que le ha hecho el licenciador. Además, el licenciario tiene que pagar la asistencia técnica, la formación y la documentación, así como suministros auxiliares.

Tecnología de fabricación

La tecnología y el saber-hacer cubren todos los aspectos del sistema, ingeniería, fabricación, instalación, uso y mantenimiento. La tecnología de fabricación incluye el diseño de ingeniería para la producción y los bienes de equipo para la fabricación de las piezas, unidades y materiales que luego han de montarse y probarse. Además están los métodos, organización y procedimientos de apoyo necesarios para acoplar lo más eficazmente posible la productividad y los plazos de fabricación del producto al entorno del receptor.

Tecnología de programación

Los sistemas modernos de telecomunicación se basan en avanzados componentes

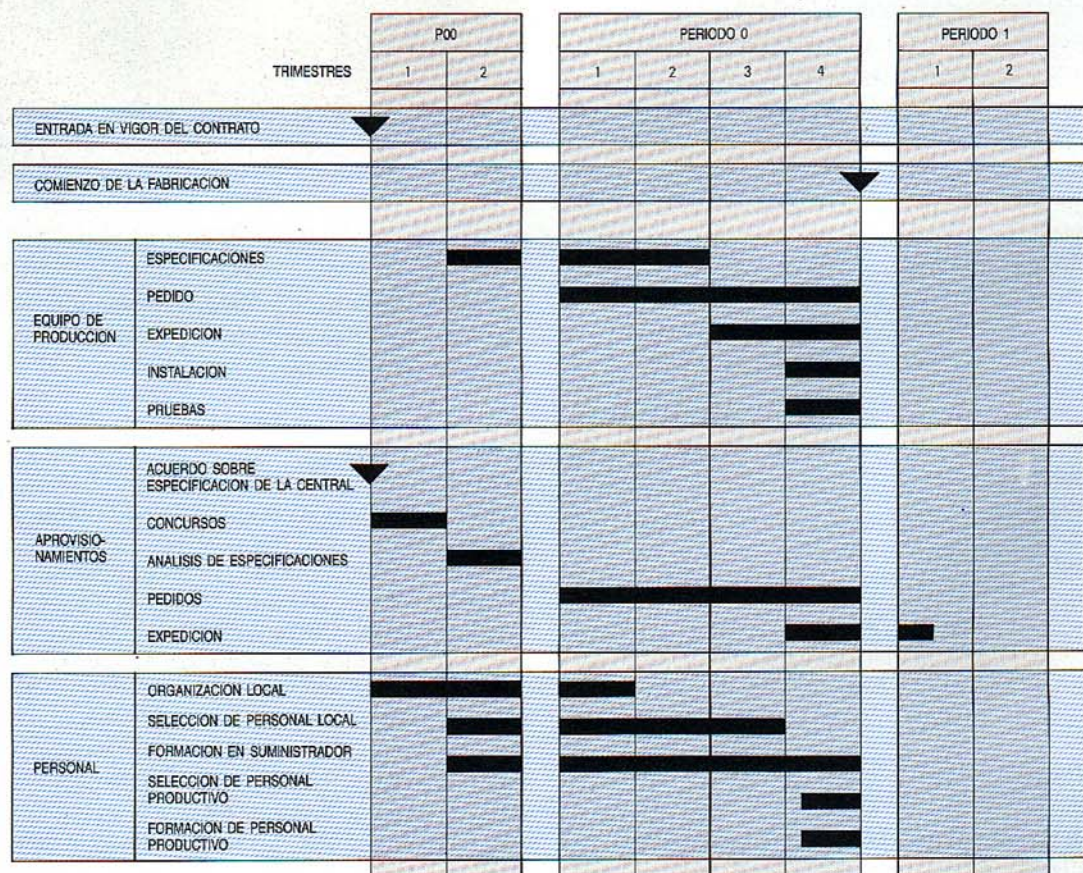
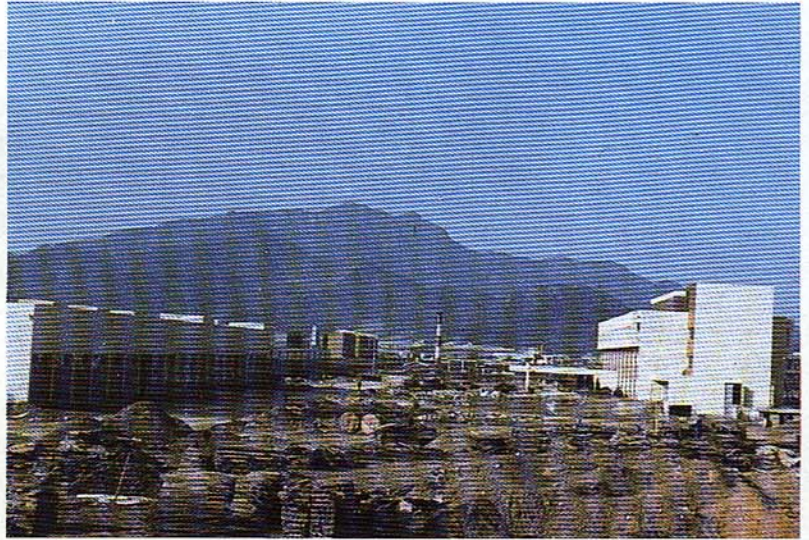
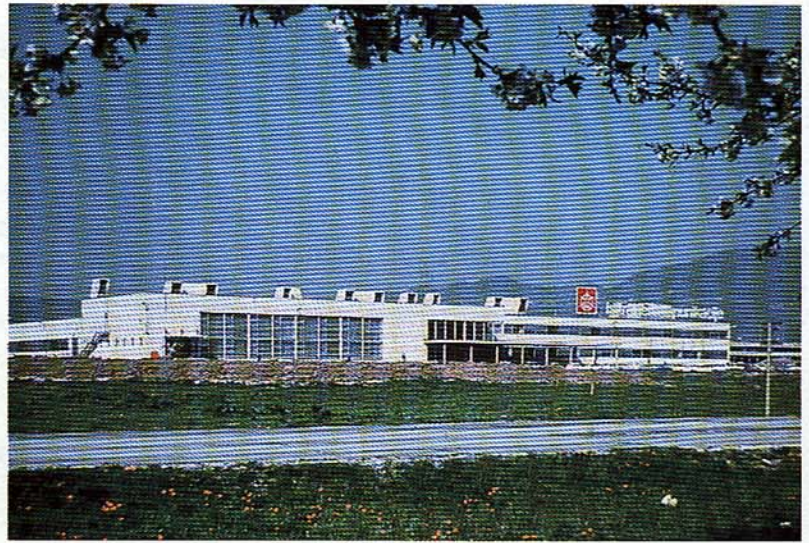


Figura 3 Plan de ejecución.

microelectrónicos y tecnología de programación. A semejanza de la línea de fabricación de equipos, la producción de programas puede exigir disponer de una biblioteca local básica de programas estándar, un ordenador principal, y las herramientas de programación y conocimientos de ingeniería necesarios para adaptar y construir los paquetes de programación operativos que se adapten a las normas específicas nacionales (CAE y CDE). Las necesidades de memoria en el ordenador para tales herramientas soporte de programación a veces sobrepasan ampliamente las del paquete de programación operativo.

Aquí la gestión de la configuración es crítica para asegurar que el suministrador mantenga el control del estado del producto a lo largo de la transferencia de tecnología de la programación (y el equipo correspondiente) al receptor. Una tarea importante del suministrador consiste en guardar registro en soporte informático, aprobando la calidad, de quién ha obtenido tal versión de cuál programa. Sin unos rígidos procedimientos de control de modificaciones que también identifiquen el estado, secuencia y aplicación de versiones del programa actuales y anteriores, ocurre con frecuencia que el arreglo (corrección o mejora) efectuado por un ingeniero lo deshace otro que trabaje con una versión distinta (anterior o posterior) de un programa aparentemente idéntico. La gestión de la configuración ayuda también al receptor a mantener un control interno de sus propias configuraciones de ingeniería y fabricación, así como frente al usuario final. La responsabilidad del suministrador ante el receptor de tecnología sólo alcanza al soporte de versiones de CAE y CDE aprobadas y controladas.



Se han negociado acuerdos de transferencia de tecnología del Sistema 12 con varias compañías de Europa, como ISKRA de Yugoslavia (arriba) y TELETAS de Turquía (abajo).

Tecnología de diseño

La gestión de configuración resulta todavía más crítica cuando se transfiere también tecnología de diseño, tal como herramientas de ingeniería, conocimientos prácticos y la capacitación necesaria para cambios de diseño locales en programación y equipo, adaptaciones, mejoras y perfeccionamientos. En algunos países como Taiwán, la transferencia de tecnología de diseño efectuada por ITT ha permitido a TAISEL continuar el desarrollo del Sistema 12, lo cual mide inequívocamente la calidad de la transferencia.

recoge los hitos críticos. Este plan cubre las actividades principales que deben llevarse a cabo antes de iniciar la fabricación. La planificación subsiguiente del proceso productivo es una tarea normal de la dirección de fábrica.

Integración

La transferencia de tecnología comienza con los conocimientos básicos adquiridos por el receptor a partir de su experiencia con equipos directamente importados, y aumenta progresivamente para cubrir otras actividades locales como montaje y pruebas, llegando hasta la fabricación local plena con adaptación de la ingeniería a las normas del país. En última instancia, la base de conocimientos avanzados se desarrolla lo suficiente como para que sea posible crear una industria nacional de alta tecnología.

Ejecución

La figura 3 muestra un ejemplo de un programa de transferencia de tecnología que

Figura 4
Plan de integración.

			PERIODO				
			0	1	2	3	4
COMIENZO DE LA PRODUCCION DE CENTRALES TELEFONICAS (LINEAS)							
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	MONTAJE, CABLEADO Y PRUEBAS	BASTIDORES Y CUADROS DE LINEA					
		OTROS BASTIDORES Y CUADROS					
		PANELES POSTERIORES DE BASTIDOR					
	PRUEBA FUNCIONAL DE UNIDADES	BASTIDORES DE LINEA					
		OTROS BASTIDORES					
	MONTAJE Y PRUEBAS	PLACAS IMPRESAS CON COMPONENTES DE CIRCUITOS DE LINEA					
		PLACAS IMPRESAS CON COMPONENTES DE CIRCUITOS DE ENLACE					
		PLACAS IMPRESAS CON OTROS COMPONENTES DE CIRCUITO					
		CABLES PARA BASTIDORES DE LINEA					
		OTROS CABLES					
FABRICACION	CONVERTIDORES CC/CC						
	PIEZAS SUELTAS Y ESTRUCTURAS						
	PLACAS IMPRESAS SUELTAS						
ADQUISICION DE COMPONENTES							
ACTIVIDADES DE INSTALACION	PRUEBAS DE CENTRALES EN FABRICA						
	INSTALACION						
	PRUEBA DE CIRCUITOS						
	PRUEBA DE PROGRAMAS						
INGENIERIA	INGENIERIA DE APLICACION PARA CLIENTES						

gía para componentes, programación e ingeniería de diseño de equipos.

El plan para establecer medios de fabricación locales se basa en la adición progresiva de actividades al programa de fabricación – la denominada integración vertical – a medida que el receptor va siendo capaz de absorber el trabajo adicional (Fig. 4). Al mismo tiempo la capacidad de la fábrica puede aumentarse gradualmente, aunque ello no conduzca necesariamente a una mayor integración. Tal plan depende de la experiencia previa del suministrador en proyectos de transferencia de fabricación similares, y también de que exista una industria local de componentes y montajes electrónicos.

La figura 4 muestra las actividades a realizar en una fábrica local. El suministro de materiales pasará gradualmente de foráneo a local, según vayan apareciendo suministradores cualificados. Esto tiene una influencia decisiva en la contribución local (llamada comúnmente nivel de integración local) al producto final, que en esencia es la parte de valor añadido por el receptor a dicho producto, no sólo dentro de su fábrica sino incluyendo compras locales de componentes y servicios de ingeniería.

Cambio tecnológico

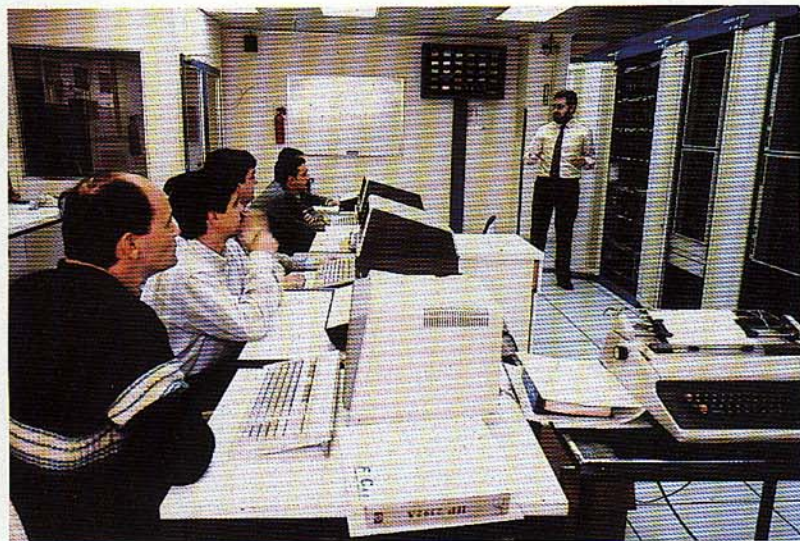
Una eficaz transferencia de tecnología exige una configuración del sistema estable. No obstante es inevitable que el cambio tecnológico afecte al sistema de diversas maneras. Con respecto al propio sistema habrá mejoras de diseño, perfeccionamientos y nuevas características.

Se ha llegado a un acuerdo importante sobre transferencia de tecnología con SBTEMC en la República Popular de China.



De igual forma el área de fabricación se verá afectada por la creciente densidad de empaquetado de los componentes y las nuevas técnicas de montaje, como la de montaje superficial en circuitos impresos y no a través de taladros, que reducen el tamaño del equipo y disminuyen los costes. Habrá también avances incesantes en la tecnología de los componentes: por ejemplo, las pastillas de memoria de acceso aleatorio duplican su capacidad cada dos a cuatro años.

Otra área sujeta a cambios considerables en el futuro es la programación. La potencia



Instrucción práctica en el Sistema 12 en SESA, Madrid.

de proceso y la capacidad de memoria que proporcionan las últimas tecnologías de circuitos VLSI exigirán nuevas técnicas y herramientas de programación que obtengan máximo rendimiento de sus posibilidades.

La acomodación al cambio tecnológico afecta tanto al suministrador como al receptor. Para evitar que queden anticuados prematuramente, los sistemas han de estar concebidos para adaptarse a una tecnología cambiante. Existe un equilibrio de diseño entre, por ejemplo, la arquitectura básica de una central digital que debe admitir los cambios tecnológicos, y algunas partes componentes. Los circuitos de línea pueden ocupar alrededor del 50% de las placas de circuitos del equipo básico en una central típica. En el futuro cabe esperar mejoras compatibles de tecnología en el circuito de línea asociadas con nuevas técnicas de fabricación. El suministrador debe ejercer un estrecho control de la configuración de la información de fabricación e ingeniería para asegurar la continuidad a largo plazo y la compatibilidad de cualquier mejora que pueda precisarse.

Experiencia

Aunque el éxito en la realización de una transferencia de tecnología depende de muchos factores, la capacidad y la experiencia del suministrador son de suma importancia. Por haber tenido que distribuir una gama completa de tecnologías avanzadas a sus numerosas filiales nacionales, ITT ha acumulado una experiencia excepcional en este campo. La Compañía ha transferido conocimientos y construido fábricas en muchos países, bajo condiciones y normas nacionales muy variables tanto para filiales como para clientes. En el campo de la conmutación telefónica, donde la tecnología ha avanzado rápidamente en los últimos años, esto queda demostrado por la transferencia de tecnología a escala mundial y el establecimiento de fábricas para equipos de conmutación electromecánicos Rotary y de barras cruzadas PENTACONTA*, centrales semielectrónicas METACONTA* controladas por ordenador, y más recientemente el sistema de conmutación digital Sistema 12.

Desde el principio, el diseño del equipo debe reflejar la necesidad de ser adaptable a la transferencia de tecnología. Sólo así se puede garantizar ingeniería, fabricación y apoyo eficaces a los productos que se fabrican en plantas diseminadas por todo el mundo. Una ventaja natural consiste en que los diseños tienen que haber demostrado ser adecuados para la transferencia interna de tecnología entre las fábricas asociadas, antes de aprobarse su transferencia a clientes externos.

Conclusiones

Necesariamente ITT posee una experiencia excepcional en la transferencia de tecnología entre casas filiales. Esto ha sido un factor decisivo en el cambio del papel de la Compañía, desde un simple proveedor de equipos de telecomunicación hasta llegar al suministro de fábricas completas en todo el mundo. El éxito en este campo exige una dedicación continuada a la innovación en la aplicación de tecnologías de vanguardia y a su transferencia cuando sea necesaria para satisfacer necesidades de los usuarios en muchos países.

Mantener el liderazgo en el manejo del cambio tecnológico beneficia a ITT y sus asociadas, a los licenciarios, y a los socios de las empresas mixtas, al permitirles engrandecer juntos un sólido historial de éxitos en la transferencia de tecnología. La experiencia de la Compañía viene a demos-

* Marca registrada del Sistema ITT

trar cómo cambia el papel tradicional del suministrador de equipos de telecomunicación, desde el diseño y fabricación local, exportando los equipos directamente, hasta la exportación de fábricas enteras y el suministro de servicios de ingeniería, diseño y tecnología pura. Para mantener su puesto de suministrador líder en las telecomunicaciones, ITT tiene necesariamente que continuar las inversiones en tecnología de vanguardia para satisfacer demandas cada vez más complejas de los usuarios de equipos.

Rodney Harper nació en el Reino Unido en 1943. En 1967 se graduó en ciencias físicas por la Universidad de Liverpool, y en 1970 obtuvo el PhD por sus trabajos de investigación sobre bajas energías en física nuclear. Al ingresar en Plessey Telecommunications fue enviado a la Universidad de Aston, donde se diplomó en tecnología de telecomunicación, en 1971. Tras desempeñar diversos puestos en ingeniería de sistemas y dirección en Plessey, ingresó en el Grupo ITT para África y Cercano Oriente con sede en Londres, encargándose de marketing de sistemas para empresas. En 1978 el Dr. Harper se trasladó a Bruselas con ITT AME, donde asumió la responsabilidad de la gestión del producto en conmutación telefónica, Sistema 12 y sistemas de transmisión, antes de ser nombrado director de gestión del producto en 1986.

El Sistema 12: un producto paneuropeo

El desarrollo conjunto del Sistema 12 de conmutación digital por los principales centros de diseño de ITT fue un factor clave para que el diseño del sistema tuviese un alto contenido genérico, con lo que su adaptación a los distintos países exigirá poco esfuerzo. Asimismo, la necesidad de intercambiar información de diseño entre tales centros aportó una gran experiencia en transferir la tecnología del Sistema 12 a otras casas de ITT y licenciatarias en todo el mundo.

K. Rothmaier

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart,
República Federal de Alemania

H. Verhille

Bell Telephone Manufacturing Company,
Amberes, Bélgica

Introducción

Un objetivo principal del Sistema 12 fue crear un producto único que con la menor cantidad de adaptación de los soportes físico y lógico reuniera los diferentes requisitos de las Administraciones de telecomunicación del mundo entero. La arquitectura del Sistema 12, de control totalmente distribuido^{1,2,3}, hizo posible alcanzar este objetivo, como lo indica el que 12 Administraciones europeas (Tabla 1) y varias otras no europeas, como China y Nepal, hayan solicitado este revolucionario sistema.

El desarrollo de un nuevo sistema de conmutación digital es empresa grande y compleja que requiere la pericia de centenares de ingenieros con abundantes conocimientos. Para lograr el objetivo de conseguir un producto común, ITT tenía dos alternativas:

- desarrollar el producto en una localidad y distribuir la tecnología posteriormente
- desarrollar el producto de forma distribuida en distintas localidades.

Tabla 1 - Países europeos que han solicitado centrales Sistema 12

Alemania Federal	Italia
Bélgica	Noruega
Dinamarca	Portugal
España	Suiza
Finlandia	Turquía
Holanda	Yugoslavia

Aunque la primera estrategia sea más fácil de dirigir, en la práctica tiene los problemas de reubicar centenares de ingenieros procedentes de diferentes países europeos. Por el contrario, la descentralización utiliza al máximo las plantillas y medios de desarrollo existentes, y proporciona una mayor flexibilidad para asignación y reasignación de tareas, aumentando la probabilidad de tener la persona idónea en el sitio correcto e incrementando así la eficacia del personal técnico. Se instruye en las técnicas avanzadas que la nueva tecnología comporta incluso a personas no involucradas directamente en el nuevo desarrollo, con lo cual se acelera la capacitación en el diseño de la aplicación, en los servicios, y en el soporte para introducción del producto en nuevos mercados.

Un cuidadoso examen de estos factores condujo a la decisión de desarrollar el Sistema 12 en unas pocas y escogidas compañías. En el Advanced Technology Center (ATC) de Connecticut, EE.UU., se realizaron con éxito los estudios básicos de tecnología avanzada, y un equipo multinacional de ingenieros de Bell Telephone Manufacturing Company (Amberes), Standard Elektrik Lorenz (Stuttgart), Standard Eléctrica (Madrid) y FACE (Milán) adquirió en dicho ATC la tecnología básica, volviendo después a sus respectivas compañías para completar el desarrollo genérico y abordar las adaptaciones específicas de cada país.

Como el Sistema 12 se desarrolló en varios grandes centros de diseño, desde el principio se planificó la transferencia de tecnología entre estos centros y los de

otras casas, a fin de permitir los proyectos*, ingeniería, fabricación, montaje, instalación, prueba, uso y mantenimiento del producto. Distintos factores y actividades ayudaron a esta transferencia de tecnología:

- un enfoque genérico del desarrollo del Sistema 12
- la gestión de configuración
- unos procedimientos normalizados de fabricación e instalación
- la asistencia técnica
- la capacitación
- el control y documentación del producto.

La transferencia de tecnología del Sistema 12 entre casas ITT aportó una valiosa experiencia aplicable a compañías licenciatarias.

Desarrollo del sistema

El objetivo básico de la arquitectura de control distribuido del Sistema 12 fue crear un sistema genérico que permitiera la construcción de centrales con la gama completa de aplicaciones (local, interurbana, tránsito) y de tamaños, utilizando los mismos bloques constructivos básicos de equipo y programación.

Desarrollo del equipo físico

La mayoría de los interfaces y características de los soportes físicos de una comunicación digital están especificados por organizaciones internacionales de normalización, como el CCITT y la CEPT. Esto permite desarrollar unos equipos cuyo contenido genérico ha de ser alto para proporcionar un número limitado de interfaces normalizados. Se exceptúan, sin embargo, los circuitos de interfaz de abonados y enlaces analógicos ya que tradicionalmente dependen

* Proyecto es la definición y dimensionado global de un producto que se utiliza para determinar el precio y el plazo de entrega.

del país. En la mayoría de los casos, los interfaces de enlaces analógicos se realizan mediante conversores analógico-digital comprendidos en el equipo de transmisión, mientras que los de abonados analógicos son parte integrante del sistema de conmutación digital.

El interfaz de abonado analógico se compone principalmente de la placa del circuito de línea de abonado analógico, que es uno de los elementos más importantes del soporte físico de una central digital. Ciertamente, esta placa se lleva un alto porcentaje del volumen y coste total del equipo, y por ello su modificación para cada país supondría un esfuerzo de adaptación al cliente inaceptable. Por esta razón, el desarrollo del Sistema 12 apuntó a una realización cuasi-genérica de la placa del circuito de línea, lo cual se consiguió de tres maneras:

- una especificación común de diseño basada en los requisitos del CCITT y de la CEPT, unidos a los de las Administraciones de telecomunicación de Bélgica, Alemania, Italia, Francia, España, Suiza, Yugoslavia, Noruega, EE.UU. y Turquía
- el uso de circuitos LSI a medida con diferentes modos de operación seleccionables por la programación o por puentes exteriores
- empleo de parámetros controlados por la programación para las características de transmisión, alimentación de corriente, etc.

Como resultado, para adaptar la placa del circuito de línea Sistema 12 a los requisitos de un nuevo país sólo han de cambiarse unos pocos componentes discretos.

Utilizando circuitos LSI a medida en muchas partes del diseño del Sistema 12 ha podido mantenerse excepcionalmente bajo el número de placas, como se indica en la tabla 2, que resume los tipos y cantidad de placas y LSI a medida contenidos en una central local típica de 10.000 líneas. El bajo número de tipos de placas no solamente reduce el trabajo necesario para la

Tabla 2 - Placas de circuito impreso y circuitos LSI a medida utilizados en una central urbana típica de 10.000 líneas

Número total de placas	Número de tipos	Volumen relativo	Porcentaje del total
2100	5	Alto	89%
	5	Medio	9%
	25	Bajo	2%
Número de LSI a medida	Número de tipos	Volumen relativo	Porcentaje del total
25.000	2	Alto	80%
	5	Medio	19%
	5	Bajo	1%



Desarrollo del equipo Sistema 12 en el centro de diseño de BTM.

transferencia de tecnología, sino que permite también modernizar estas placas en línea con los avances de la tecnología de componentes electrónicos. Para seguir esta evolución, cada unidad del soporte físico está bajo la responsabilidad de un centro específico de diseño que se encarga de modernizarla, cuando sea necesario, al mismo tiempo que asegura su plena compatibilidad funcional con la versión anterior. El centro de diseño transfiere luego toda la

Ensamblaje y cableado de bastidores de una central Sistema 12 en la fábrica de BTM en Geel.



información relevante a las restantes compañías fabricantes del Sistema 12.

Un comité de gobierno en el área de componentes que depende del International Telecommunications Center (ITC) de Bruselas selecciona y autoriza el uso de componentes comerciales, para lo cual se basa en la especificación, calidad y disponibilidad de dos suministradores como mínimo.

Todas estas medidas garantizan que el Sistema 12 es el sistema de comunicación digital más genérico disponible, con un equipo estándar en la mayoría de los módulos de soporte físico. Sólo una pequeña parte requiere adaptación al país para implantar, por ejemplo, tonos digitales diferentes, codificadores de voz digitales de ley A o ley μ , diversas frecuencias de señalización, locuciones grabadas, etc.

Desarrollo de la programación

La programación del Sistema 12 puede subdividirse en tres partes: genérica, común y específica del país. La parte genérica es idéntica en todas las aplicaciones (urbana, tránsito, interurbana) y en todos los países. Proporciona las facilidades básicas de servicio, tales como sistema operativo, operador de la red, y sistema de gestión de la base de datos, así como también el soporte lógico de la señalización por canal común CCITT n° 7, las posiciones de operadora y los centros de servicio de la red. Tanto la programación común como la específica de un país consisten en programas de aplicación; los comunes de tratamiento de llamadas son aquéllos que atienden requisitos compartidos por varios países, mientras que los específicos comprenden programas necesarios para cubrir las exigencias de tratamiento, administración y tarificación específicas de un determinado país.

Como sucede con el equipo físico, la programación del Sistema 12 se diseñó con el carácter más genérico posible para asegurar que la adaptación de ingeniería en cada aplicación sea mínima o, en otras palabras, que la programación de cada aplicación sea en gran parte reutilizable. Desde el punto de vista de la ingeniería de programas, esto se logró merced a una suma modularidad de la programación, gobernada por los datos. Igual que en el equipo, la mayor parte de la programación es genérica, y el resto es común o específica del país.

Desde el punto de vista del desarrollo de programación, se logró la comunalidad del producto observando idénticos métodos de diseño en los diversos centros. El asegurar desde los mismos comienzos este carácter común simplifica la subsiguiente transfe-

cia del soporte lógico y hace que éste sea reutilizable.

Las prácticas y pautas de programación aplicadas en todo el ámbito del Sistema 12 están disponibles para todos los ingenieros en forma escrita, garantizando así que el diseño, la implantación, la prueba, y el mantenimiento de los productos de programación sean coherentes en todo lugar. En cada fase del ciclo de vida, estas prácticas y pautas de programación definen, por ejemplo, los objetivos y actividades que tendrán lugar, así como los interfaces con las fases adyacentes.

Las herramientas soporte utilizadas en la ingeniería de programación del Sistema 12 juegan un importante papel en la obtención de un diseño común, pues habrían de abarcar toda la gama de funciones que sustentan las actividades de ingeniería implicadas en la producción y prueba de las cintas sistema, donde se guarda todo el código ejecutable y los datos necesarios para una central en servicio. La tabla 3 resume las principales herramientas de desarrollo y producción. Estas herramientas, usadas en todos los centros de diseño, refuerzan la comunalidad en campos como la documentación, desarrollo, población de datos, producción y prueba.

Además de su función soporte, las herramientas fueron concebidas para facilitar la transferencia y reutilización de los módulos de programación. Así, las definiciones de interfaces y todos los requisitos de datos de un módulo del Sistema 12, lo que se llama su contexto, se guardan en un fichero especial, denominado *módulo fuente*. Las herramientas pueden acceder a la información del módulo fuente para fines de validación y documentación.

Una característica importante del Sistema 12 es el extendido uso de programas gobernados por datos para cumplir los objetivos de flexibilidad y seguridad futura. Por consiguiente han de popularse una cantidad considerable de datos lo cual, sobre todo en las casas fabricantes, sólo es viable con la ayuda de herramientas específicas para esta tarea.

Los datos propiamente dichos se almacenan en una base de datos relacional distribuida, gobernada por un sistema de control de base de datos y vista como máquina virtual por el programa operacional. Está diseñada de acuerdo con los conceptos de bases de datos relacionales, comprobados en cuanto a coherencia, seguridad, y tiempo de acceso.

La base de datos se compone de relaciones que contienen los datos. Las relaciones sencillas que sólo han de generarse una vez, se populan a mano por no merecer un tratamiento automático. Sin embargo, en su

Tabla 3 — Principales herramientas de desarrollo y producción del Sistema 12

Función	Líneas de código
Herramientas de desarrollo compiladores soporte de contexto soporte de documentación soporte hombre-máquina prueba	1380 K
Herramientas de producción cadena de producción de programación soporte de aplicación al cliente población de la base de datos	1000 K

mayoría la generación es automática, mediante herramientas de población cada una de las cuales genera una o más relaciones. Estas relaciones tienen como entrada datos telefónicos transformados (por ejemplo, datos de conmutación y de tarificación) que proporcionan los clientes, datos relacionados con la configuración de la central y características específicas de la misma, todos ellos producidos mediante los procesos CAE (ingeniería de aplicación al cliente). Estas relaciones de dependencia CAE han de popularse individualmente para cada central, aunque las reglas de población sean las mismas. Una vez comprobadas y sometidas al control de configuración las herramientas correspondientes², pueden transferirse a otras casas, donde se usan sin alteraciones en los procesos de producción de los datos.

Las herramientas que sustentan la comunicación y el control de cambios entre los diferentes centros de diseño también son importantes en cuanto a transferencia de tecnología. En efecto, imponen el uso de una metodología formal de cambios de los elementos de equipo físico, programación y documentación para mantener un control de configuración, llevado a efecto a través de varios documentos que acompañan los estados formales de un cambio. La secuencia de tales estados comienza al identificarse un cambio o una falta, ya que todavía las herramientas no pueden detectar un diseño lógico incorrecto. Se origina entonces un informe de falta o una petición de cambio, que se canaliza hacia la autoridad apropiada. Finalmente, después del análisis, corrección, aprobación e implantación correcta, se edita formalmente un cambio dirigido a la comunidad del Sistema 12.

No sólo los cambios son objeto de ediciones formales; todas las actividades del ciclo de vida del Sistema 12 están concebidas para trabajar en un contexto basado en este principio. Se entiende por "edición" un conjunto completo de elementos compati-

bles a entregar (programas, datos, herramientas, y documentación) que se coordinan y validan en el ITC de Bruselas antes de almacenarse en la biblioteca maestra. Incluso se entregan los trenes de órdenes que dan información de gobierno para la producción y fabricación del soporte lógico, asegurando con ello que el paquete editado es coherente y aplicable a todas las compañías del Sistema 12. Las ediciones del soporte lógico caen bajo la autoridad del comité director de ediciones, que se encarga de definir, planificar, rastrear, informar y controlar los cambios en cooperación con las casas donde se desarrolla el Sistema 12.

El concepto de edición demostró ser un medio excelente para la transferencia de programación, ya que un solo centro de diseño es el responsable del paquete entero, en cuanto a su funcionalidad, calidad, prestaciones y mantenimiento. Posteriormente dicha programación se distribuye a todas las casas a través de la red internacional de comunicación de datos de ITT (Fig. 1), por cuyo intermedio todas las asociadas y licenciatarias tienen acceso a una base de datos centralizada que contiene toda la información necesaria de equipo físico y soporte lógico.

Como se indica en la figura 1, la principal base de datos se sitúa en BTM (Bell Tele-

phone Manufacturing Company), Amberes, y a ella se conectan todas las casas fabricantes del Sistema 12, bien por líneas alquiladas de datos o por enlaces seleccionados por marcación normal. Para prestar asistencia a casas fabricantes ubicadas en diferentes husos horarios, hay personal de servicio permanente durante las 24 horas del día.

Fabricación e instalación

Desde el comienzo del programa de desarrollo del producto se pensó tanto en la fabricación como en la instalación del Sistema 12, ya que juegan un papel muy importante para lograr que en la práctica se obtenga un máximo rendimiento del equipo físico y la programación, y además afectan al costo total del sistema. Por esta causa los procedimientos de fabricación e instalación forman parte de la tecnología global del Sistema 12, y por tanto también de la gestión de configuración del producto.

Aunque la transferencia del saber-hacer sea el factor clave, para su éxito es crucial el apoyo de las casas suministradoras en la fase inicial de la transferencia. Este soporte, que incluye la asistencia técnica y la formación, se presta tanto a la casa receptora como al usuario final del producto.

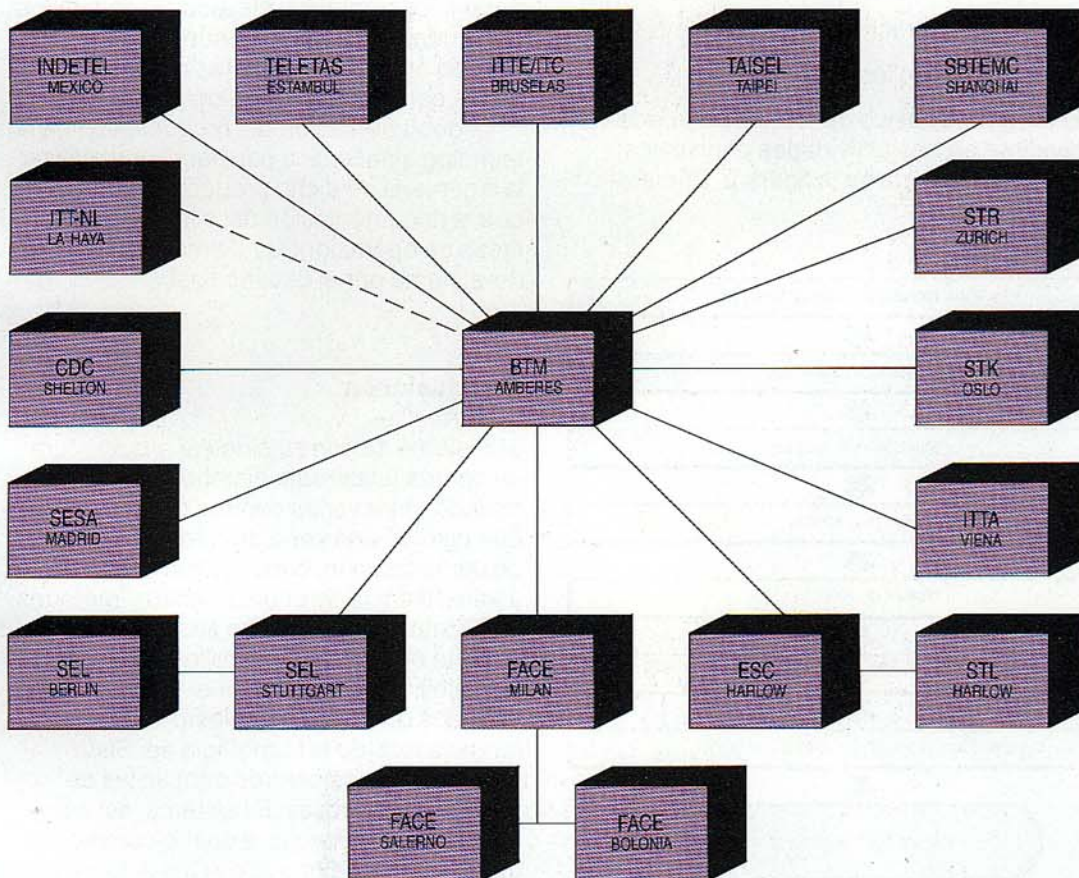
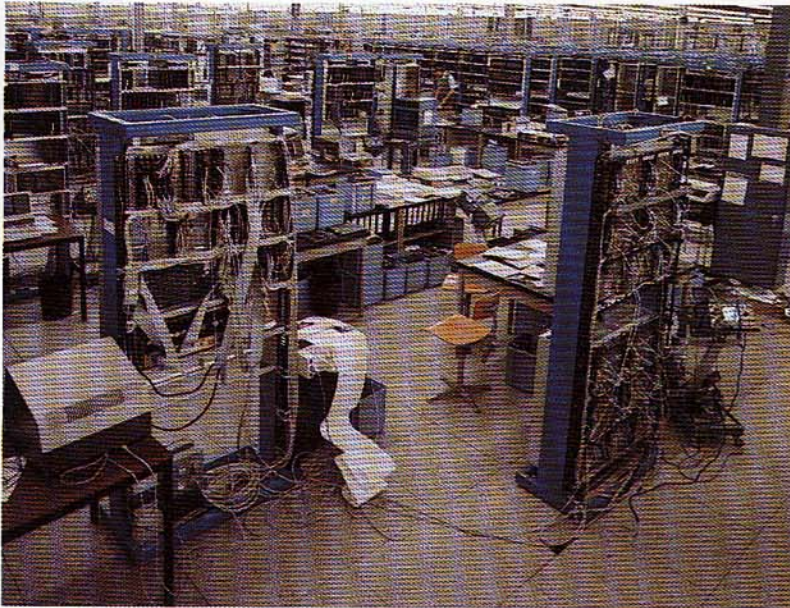


Figura 1
Red internacional de comunicación de datos.



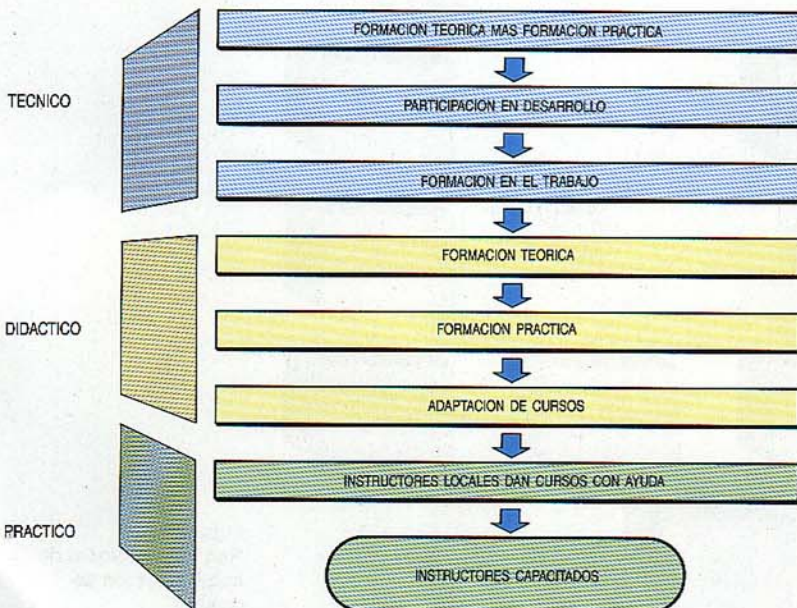
Prueba en fábrica de una central Sistema 12.

Los cursos de formación se desarrollan conjuntamente entre todas las casas europeas implicadas en el Sistema 12, bajo la guía de un comité de gobierno en el ITC que coordina y controla. Hoy en día la capacitación en el Sistema 12 abarca 228 programas y puede impartirse en varios idiomas. Se basa en cuatro actividades principales:

- formación teórica
- formación mediante participación en el desarrollo
- formación práctica
- formación de los instructores.

El programa básico de formación puede dividirse en tres actividades principales, como se muestra en la figura 2. Primera-

Figura 2 Programa básico de formación.



mente se da la formación técnica en las áreas de gestión, ingeniería, instalación, ingeniería de fabricación, y operaciones y mantenimiento, la cual se lleva a cabo en las dependencias de la casa suministradora en la forma de instrucción teórica, experiencia práctica en una central de enseñanza, y formación participativa. La formación sobre el propio trabajo en la casa receptora completa el programa.

Un programa de asistencia técnica es asimismo condición previa del éxito de una transferencia de tecnología. Tal programa garantiza un comienzo gradual de las actividades de ingeniería y fabricación y una completa y profunda transferencia del bagaje técnico. El programa de asistencia abarca las áreas de fabricación, ingeniería e instalación, en las cuales hay expertos que ayudan a resolver cualesquiera problemas técnicos remanentes y a alcanzar los estándares de calidad deseados.

Documentación

La documentación es un factor clave en la transferencia de tecnología. Durante el desarrollo, se cuidó la producción de documentación que cubriera todos los aspectos del Sistema 12. Esto produjo un volumen considerable de información que está coordinada por un centro de control del producto en el ITC de Bruselas, cuya misión es asegurar la coherencia y elevada calidad de los documentos. La tabla 4 enumera la documentación que se necesita para una transferencia completa de tecnología.

La documentación del producto abarca la tecnología necesaria para fabricar y realizar la ingeniería de dicho producto, mientras que la documentación del cliente cubre las áreas de operaciones y de mantenimiento del sistema por el usuario final.

Conclusiones

El Sistema 12 con su singular arquitectura de control totalmente distribuido fue desarrollado entre varios centros de diseño, lo que planteó una serie de retos en las áreas de comunicación, cooperación y tecnología, y transferencia de conocimiento y métodos.

El éxito de las medidas adoptadas durante el ciclo de desarrollo para asegurar la posibilidad de transmitir el saber y los métodos quedó de manifiesto con la transferencia total de la tecnología del Sistema 12 desde los centros principales de diseño a siete casas del sistema, así como también, bajo licencia, a cuatro compañías de la República Popular de China, Corea del

Tabla 4 – Documentación para transferencia de tecnología

Tipo de documentos	Copias normales* (equivalentes a hojas DIN A4)	Copias digitales** (equivalentes a hojas DIN A4)
Documentación del producto		
Soporte físico	67 500	7 500
Programación	50 000	125 000
Industrial	15 000	5 000
Documentación del cliente		
Soporte físico	14 500	
Programación	3 700	

* Copias normales: papel impreso, microfilmación, microficha

** Copias digitales: cintas magnéticas, ficheros del enlace de datos, disquetes

Sur, Turquía y Yugoslavia, y a compañías asociadas (TAISEL en Taiwan e INDETEL en México). A este respecto vale la pena mencionar que la casa productora de Shanghai, en China, entregó en septiembre de 1986 su primera central Sistema 12, totalmente fabricada y realizada su ingeniería en el país, justo 20 meses después del comienzo del programa.

Referencias

- 1 F. W. Gibbs: Central digital ITT 1240: Presentación: *Comunicaciones Eléctricas*, 1981, volumen 56, n° 2/3, págs. 112–113.

- 2 C. G. Denenberg y J. H. Newey: Central digital ITT 1240: Sistemas soporte del producto: *Comunicaciones Eléctricas*, 1981, volumen 56, n° 2/3, págs. 274–282.
- 3 G. Becker, R. S. Chiapparoli, R. S. Schaaf y C. Vander Straeten: Central digital Sistema 12: Programación: *Comunicaciones Eléctricas*, 1985, volumen 59, n° 1/2, págs. 60–67.

Klaus Rothmaier nació en Ulm, Alemania, en 1952. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad de Stuttgart y posteriormente trabajó en el Instituto de Técnicas de Conmutación y Datos de dicha universidad. En 1984 se graduó Dr-Ing con una tesis sobre teoría de teletráfico para redes de conmutación digital. En el mismo año ingresó en SEL, siendo desde entonces adjunto al Director del Centro General de Diseño del Sistema 12.

Henri Verhille nació en Amberes, Bélgica, en julio de 1933. Completados con éxito sus estudios de electrónica, comenzó a trabajar en BTM en septiembre de 1954. Seis años más tarde se encargó de la introducción y posterior desarrollo del sistema de barras cruzadas PENTACONTA* en BTM. En 1965 se le promovió a la jefatura del grupo de planificación y desarrollo de sistemas. El Sr. Verhille fue nombrado jefe de producto para el Sistema 12 en 1978 dentro de BTM, responsable del desarrollo e implantación de esta central digital. En 1985 pasó a dirigir la definición y especificación de sistemas para todo producto de telecomunicación.

* Marca registrada del Sistema ITT

Transferencia de tecnología de programación del núcleo genérico del Sistema 12

El soporte lógico del núcleo del Sistema 12 fue desarrollado conjuntamente por tres compañías de ITT, y por ello la transferencia de tecnología formó parte de dicho desarrollo. Gracias a un detenido análisis, en el momento inicial, del proceso de transferencia, se pudo armonizar el trabajo de ingenieros en diversos países, distintas zonas horarias y en diferentes idiomas.

G. J. Wisdom

International Telecommunications Center,
Bruselas, Bélgica

Introducción

El Sistema 12 es un sistema digital de conmutación desarrollado por ITT para satisfacer las exigencias de las Administraciones de telecomunicación de todo el mundo. Su arquitectura de control totalmente distribuido asegura un funcionamiento económico en una extensa gama de tamaños, desde la PABX digital 5600 BCS hasta las grandes centrales internacionales. El sistema admite también muchos paquetes de facilidades, que abarcan desde la telefonía analógica normalizada hasta la RDSI¹.

El Sistema 12 se concibió como un sistema de conmutación estándar, con un alto grado de características comunes, susceptible de adaptación fácil y poco costosa a los requisitos de muchas Administraciones nacionales distintas. Lo desarrolló un equipo internacional de ingenieros de compañías ITT en Europa y en EE.UU.; esta peculiaridad unida al tamaño del proyecto, donde llegaron a participar más de 2000 ingenieros, obligó a numerosas transferencias de tecnología de soporte físico y programación entre las compañías asociadas.

En las diversas etapas del ciclo de vida del producto se producen diferentes tipos de transferencia de tecnología, con envergadura que depende ante todo de las necesidades del receptor de tecnología: éste puede ser otro diseñador que se hace cargo de un paquete y que necesite información muy detallada, o un usuario al que le baste saber cómo aplicar el producto y no cómo funciona.

El soporte lógico del Sistema 12 se estructura en varios niveles, con el núcleo genérico del sistema como nivel básico. Este núcleo, común a todas las aplicaciones, proporciona el sistema operativo, la base de datos, y las funciones de entrada/

salida y de mantenimiento del sistema para los niveles de aplicación, tales como el proceso de llamadas.

Muchas de las técnicas utilizadas para transferir el núcleo del soporte lógico del Sistema 12 son aplicables a otros proyectos, grandes o pequeños, simples o complejos, ya que el problema de transferir información técnica entre personas es de índole genérica.

Motivos para transferir tecnología

Puesto que las transferencias de tecnología ocupan tiempo y cuestan dinero, ¿cuál es su finalidad?. En el caso de la programación del Sistema 12, las respuestas son el desarrollo distribuido, la evolución de las organizaciones, la distribución del producto y la cooperación.

Desarrollo distribuido

El soporte lógico de los modernos sistemas de conmutación es amplio y complejo, por lo que el desarrollo de un sistema nuevo requiere aunar el esfuerzo y la experiencia de centenares de ingenieros. Como se indicó en el artículo anterior², aun siendo más fácil dirigir un desarrollo centralizado, ITT escogió un entorno distribuido para el Sistema 12, buscando aprovechar al máximo las facilidades existentes y la pericia de los ingenieros de sus compañías de los Estados Unidos y Europa, sin reubicaciones importantes del personal.

El soporte lógico del Sistema 12 se desarrolló también de forma distribuida, compartiendo el desarrollo del núcleo del sistema ingenieros de Standard Elektrik Lorenz (Stuttgart), Bell Telephone Manufacturing Company (Amberes) y del Advanced Technology Center (Shelton). Como se muestra

en la figura 1, los paquetes de aplicación específicos de cada país fueron desarrollados por ingenieros de un grupo más amplio de compañías.

Evolución de la organización

La organización de desarrollo de la programación del Sistema 12 ha tenido que cambiar en línea con la evolución del proyecto. Por ejemplo, cuando se nacionalizó la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques en Francia, el trabajo en curso sobre el Sistema 12 hubo de ser transferido a otras casas de ITT. Por otra parte, al unirse Standard Telefon og Kabelfabrik de Noruega al proyecto, sus ingenieros asumieron la responsabilidad de un nuevo subsistema.

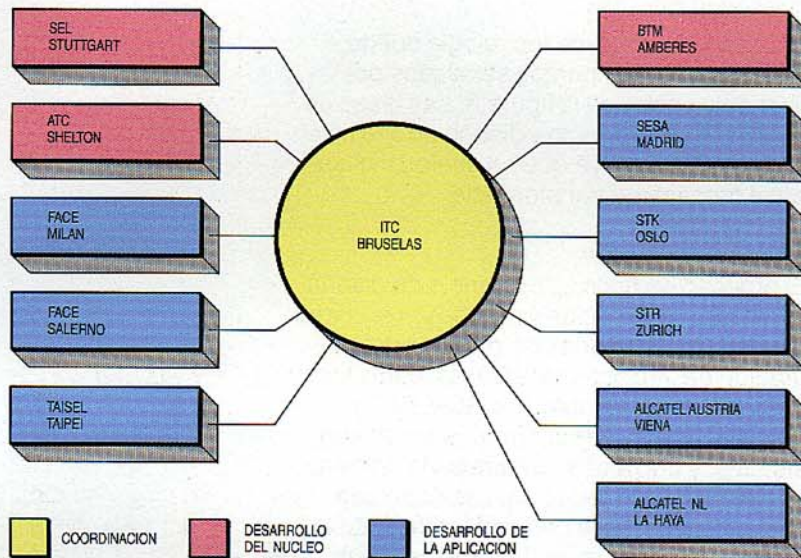


Figura 1
Compañías de desarrollo y aplicación del Sistema 12.

Otra situación en que las transferencias son útiles es la introducción de una nueva tecnología revolucionaria. Esta nueva tecnología se puede generar con más eficacia en un laboratorio, sin sujeción a entregas periódicas o ayuda al cliente. En el caso del Sistema 12, los dos circuitos clave VLSI, corazón del conmutador digital, fueron desarrollados en el ATC (Advanced Technology Center). Una vez realizados los diseños iniciales de producción, la responsabilidad se transfirió a SEL (Standard Elektrik Lorenz), donde se optimizaron tales diseños para asegurar una fabricación económica. El programa operador de dispositivos para estos dos VLSI se elaboró también en el ATC, y ahora ha sido transferido a SEL. La transferencia de tecnología es claramente una función esencial para un laboratorio de investigación y desarrollo, y parte normal de los grandes proyectos.

Ingeniería de aplicación

La ingeniería de aplicación adapta el equipo físico y la programación básicos del Sistema 12 a los requisitos del cliente en un país determinado, pudiendo incluir el desarrollo de nuevas características específicas. La transferencia de tecnología es necesaria para trasvasar la experiencia sobre el producto genérico al equipo de ingeniería de aplicación, si bien no hace falta transferir todos los detalles sobre el funcionamiento de dicho producto.

Apoyo al usuario

Los usuarios de los modernos sistemas de conmutación son habitualmente departamentos de ingeniería de las Administraciones de telecomunicación, y necesitan un conocimiento detallado de los sistemas que están comprando. Para permitirles que adquieran este conocimiento, son esenciales el apoyo técnico, la formación y una buena documentación.

ITT está bien preparada para prestar estos servicios, con departamentos de formación establecidos en varias compañías, capaces de impartir cursos a diversos niveles de profundidad al personal de ingeniería. La disponibilidad de estos recursos es un factor clave en los países menos industrializados, donde las compañías quieren comprar, junto con el Sistema 12 propiamente dicho, experiencia en las nuevas tecnologías.

Estructura de programación del Sistema 12

Antes de considerar en qué momento del ciclo de vida del soporte lógico han de producirse transferencias, conviene esbozar brevemente la estructura de dicho soporte³. La figura 2 muestra su división en el núcleo genérico del sistema y un paquete de aplicación para tratamiento de llamada y otros servicios. El núcleo es común a todos los países y aplicaciones; los paquetes de aplicación, aun poseyendo un grado elevado de funciones comunes, han de ajustarse para satisfacer los requisitos específicos de cada país.

El núcleo y los paquetes de aplicación se componen de subsistemas, cada uno de ellos constituido por un conjunto completo de funciones relacionadas entre sí. Los subsistemas del núcleo incluyen:

- sistema operativo y operador de la red de conmutación
- sistema de entrada/salida
- base de datos relacional

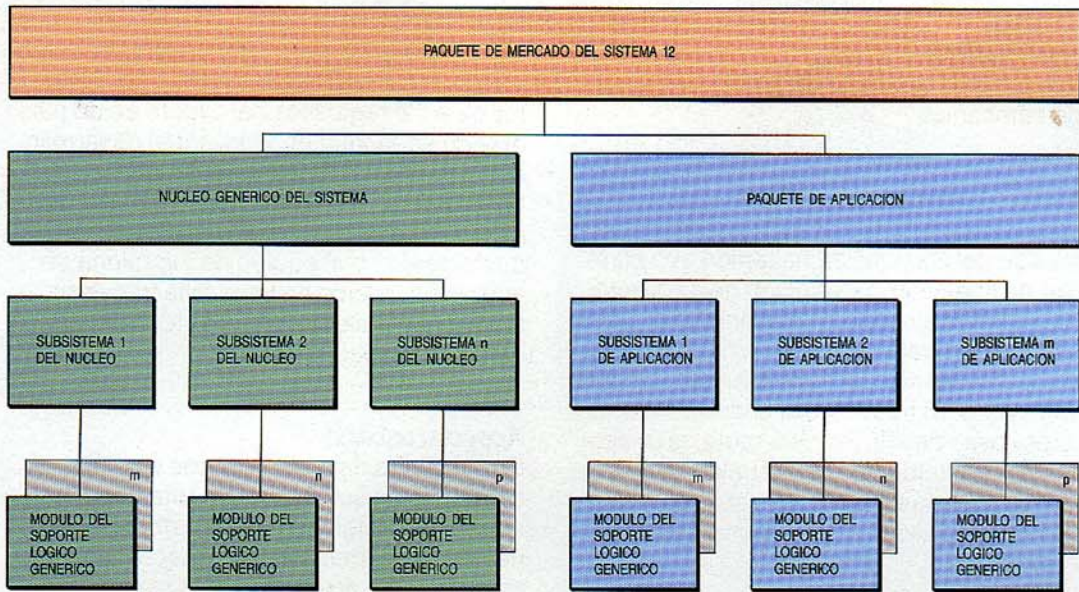


Figura 2 Estructura del soporte lógico del Sistema 12, dividido en un núcleo genérico de sistema y un paquete de aplicación.

- mantenimiento y recuperación del sistema
- comunicación hombre-máquina
- generación y distribución de señales de reloj y tonos.

El núcleo de la programación, junto con el equipo físico, proporciona a los programas de aplicación una máquina virtual de multiproceso distribuido, ampliable y resistente a las faltas⁴.

Cada subsistema se compone de módulos genéricos de programación (GSM), que pueden ser máquinas de mensajes finitos (FMM) o máquinas soporte de sistema (SSM). Ambos representan típicamente el trabajo de un programador, y contienen de mil a dos mil instrucciones fuente. A nivel de GSM, similar a un módulo convencional de programas, es donde se produce la documentación detallada de realización; es también la unidad que se entrega a las bibliotecas de proyecto, y representa el nivel más bajo a que puede producirse transferencia de tecnología.

Ciclo de vida del desarrollo

Los complejos desarrollos de ingeniería exigen un correcto uso del ciclo de vida. La figura 3 muestra el ciclo seguido para la programación del Sistema 12. Las fases de gestión son las fases formales que atraviesan todos los productos ITT, comprendiendo cada una de ellas las actividades representadas. El ciclo de vida admite el solapamiento de algunas actividades, con un módulo en diseño detallado mientras se está codificando otro y un tercero está en pruebas.

La transferencia de tecnología puede tener lugar en los puntos señalados por flechas de color en la figura 3. Las fases de definición de producto y diseño de alto nivel no se tratan aquí, ya que no suelen incluirse en el proceso de transferencia.

Fase de realización

El proceso de realización consta de diseño detallado, codificación y pruebas modulares de los GSM, seguidos de pruebas de integración de subsistemas. Al terminar la fase de pruebas de módulo, los GSM están dispuestos para ser integrados en un subsistema, y ahí podría efectuarse la primera transferencia de tecnología, aunque sea preferible esperar a completar con éxito la prueba de subsistema. Normalmente un mismo equipo desarrolla todos los GSM de un subsistema, y luego realiza su integración para asegurar que se entrega enteramente probado.

En la referida fase de integración, un grupo de GSM interrelacionados se integran y comprueban utilizando el propio equipo físico del sistema y un entorno de soporte lógico real. Al término de esta fase, el subsistema comprobado está disponible para la integración a nivel de sistema en un paquete lógico.

Normalmente, en esta etapa habrá una transferencia, ya que la integración del sistema incumbe al departamento de pruebas más bien que al de diseño, e incluso puede estar en otro lugar. En el caso de la programación del núcleo del Sistema 12, se forma y verifica ésta reuniendo los subsistemas desarrollados en tres países.

Fase de disponibilidad controlada

Durante la prueba del núcleo, los subsistemas se combinan en un único paquete

núcleo, que primeramente se prueba a nivel funcional y luego con pruebas dinámicas y de carga. El punto de disponibilidad controlada (Fig. 3) indica que hay un núcleo disponible para las pruebas beta con un solo paquete de aplicación.

Fase de disponibilidad general

Una vez probado enteramente el núcleo con el primer paquete de aplicación, se ha alcanzado la fase de disponibilidad general. En esta fase el núcleo se "congela", quedando dispuesto para utilizarse en todas las aplicaciones. Aquí siempre se produce transferencia de tecnología, puesto que el nuevo núcleo ha de ser utilizado por grupos de ingeniería de aplicación en muchas compañías. Asimismo se formaliza la entrega de elementos y se suministra la documentación. Los ingenieros de dichos grupos de aplicación participan a menudo en las pruebas del núcleo para familiarizarse con él.

Mecanismo de transferencia de tecnología

Coordinación

El ITC (International Telecommunications Center) de Bruselas coordina las actividades de proyectos para proporcionar un entorno que facilite la transferencia de tecnología – fundamentalmente procedimientos, bibliotecas, y asignación de responsabilidades –, con el soporte de reuniones periódicas de coordinación entre ingenieros y directores de departamento.

Control de configuración

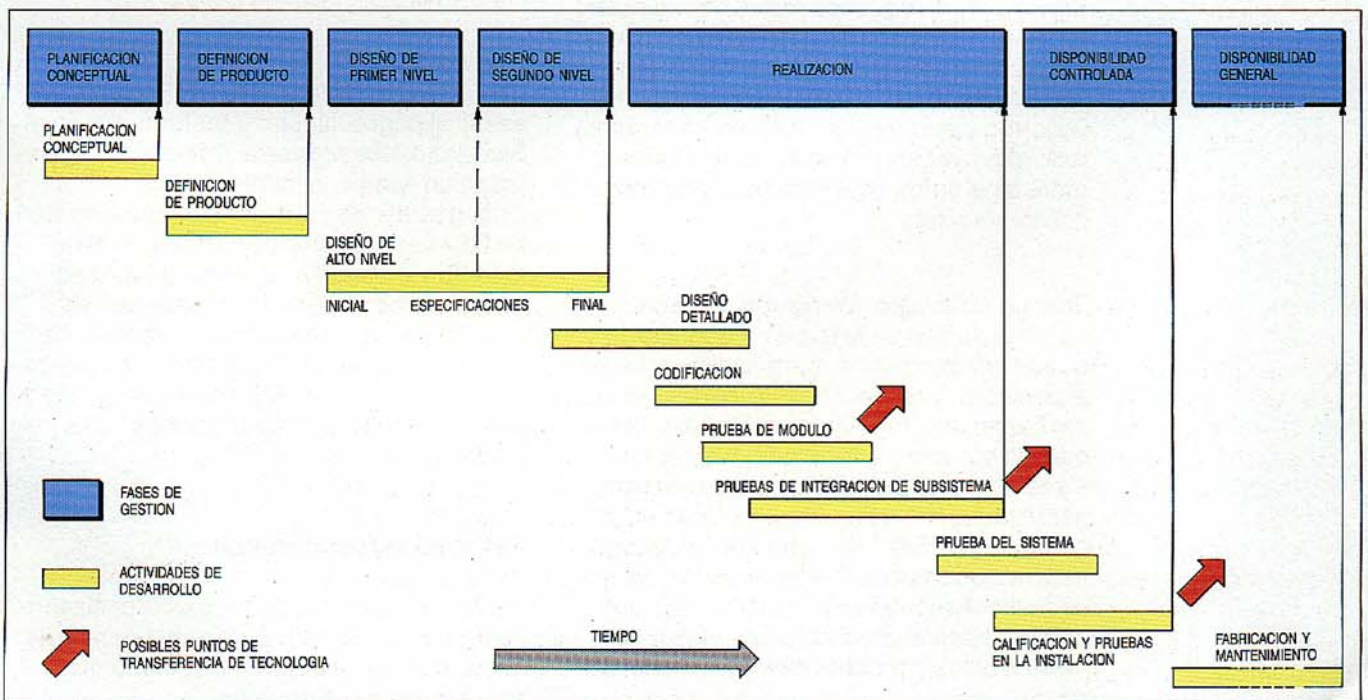
Un control de configuración estricto, que registra la identidad y versión de todos los componentes de un proyecto, así como sus interrelaciones, es vital en los grandes proyectos de soporte lógico, y proporciona un mecanismo para transferir los ficheros y documentación que constituyen el producto.

En el Sistema 12, una biblioteca central contiene copias maestras de toda la programación genérica, y recibe el apoyo de bibliotecas locales en cada departamento de desarrollo. Una amplia gama de herramientas de validación centralizadas y locales realiza comprobaciones para asegurar la calidad y la coherencia de las copias de programación genérica entregadas a las bibliotecas locales. Las pruebas más usuales confirman que:

- todos los elementos subordinados referenciados están ya en la biblioteca
- los números de versión son únicos
- el suministrador de un elemento es responsable de su desarrollo
- las marcas de fecha y hora de los ficheros relacionados se corresponden.

Estas y otras comprobaciones ofrecen a los usuarios de las bibliotecas la seguridad de que, una vez aceptada una entrega, ésta es compatible y coherente. Los grupos sólo aceptarán una transferencia de responsabilidad basada en la entrega aceptada de una biblioteca.

Figura 3
Ciclo de vida del desarrollo del soporte lógico del Sistema 12, mostrando los puntos más adecuados para transferencia de tecnología.



Bases de datos centralizadas

Una ampliación de las bibliotecas centrales proporciona un conjunto de bases de datos que contiene definiciones de:

- todos los datos de planificación del soporte lógico
- todos los detalles de interfaces de módulos
- todas las definiciones de datos.

Estas bases de datos, que pueden consultar todos los ingenieros del proyecto, aportan información esencial tanto para el que promueve una transferencia como para el que la recibe.

Red de ordenadores

Una extensa red de ordenadores principales ha jugado un papel vital en las actividades de transferencia. Un gran ordenador central en BTM, Amberes, es el centro de una red⁵ que abarca todos los centros de desarrollo del Sistema 12. Los ingenieros de cualquier lugar de la red pueden acceder a cualquier ordenador, suponiendo que tengan la autorización apropiada. Esta red proporciona:

- entregas a y desde las bibliotecas centrales
- acceso a bases de datos centralizadas
- procedimientos de control de cambios entre compañías
- correo electrónico.

En el área de transferencia de tecnología, la red se utiliza sobre todo para acceder a las bibliotecas del nodo central en Amberes. Sin embargo, el acceso remoto a cualquier ordenador de la red es una facilidad importante cuando los ingenieros están visitando otras compañías, como a menudo ocurre. El correo electrónico se ha utilizado durante todo el proyecto para agilizar el contacto entre ingenieros de diferentes compañías y zonas horarias.

Trabajo en equipo: formación práctica

La contribución de la red de ordenadores puede ser importante, pero nada sustituye al contacto personal entre las partes involucradas en una transferencia. Se ha comprobado la conveniencia de que el receptor visite al suministrador durante un periodo para "recoger" la tecnología, ya que él como responsable del futuro del proyecto está motivado para obtener todo lo que necesite. Así puede ver directamente qué soporte tiene el producto, incluyendo las herramientas y procedimientos de laboratorio.

La duración de dicha estancia depende naturalmente de la complejidad y volumen de la transferencia, así como de la experiencia de los participantes. Una situación ideal es que el receptor trabaje con el suministrador durante un periodo que finalice con la transferencia. Esto da buen resultado cuando hay pruebas involucradas, ya que el receptor está interesado en una prueba lo más exhaustiva posible con objeto de recibir un producto de alta calidad. En el caso del núcleo del Sistema 12, las visitas suelen durar de una a cuatro semanas, habiendo alguna asignación rotativa más prolongada, en torno al año.

El nivel mínimo aceptable para casos sencillos es una revisión conjunta de transferencia (normalmente ampliación de una revisión de hitos planificados), en la cual se examina el estado de todos los elementos a entregar y la situación del trabajo en curso. Debe advertirse que aun en los hitos importantes suele haber trabajo en curso, tal como peticiones de cambio pendientes e informes de falta de baja prioridad. El suministrador presenta el estado del producto, y el receptor le pregunta hasta comprobar que se han resuelto todas las cuestiones pendientes.

Durante las transferencias se crean relaciones de confianza muy favorables para futuros proyectos conjuntos emprendidos por ingenieros de la Compañía.

Cursos de formación

Las presentaciones generales del sistema para ingenieros recientes, los nuevos lenguajes de programación como el CHILL, los procedimientos utilizados y las nuevas ediciones son temas adecuados para los cursos de formación en grupo.

Documentación

Una documentación completa y exacta es esencial para cualquier transferencia. En el Sistema 12, se aconseja al diseñador actualizar a un tiempo la fuente y la documentación, guardando para ello la documentación de GSM en los ficheros fuente a nivel de módulo y creando programas de utilidad que la extraigan cuando se necesite. Un proyecto de la magnitud del desarrollo del núcleo del Sistema 12 supone una extensa documentación; un GSM podría tener cien páginas, y todo el núcleo muchos miles de páginas.

Retos de la transferencia

Incluso en los proyectos mejor organizados aparecen problemas. En la transferencia del soporte lógico del Sistema 12 hubo que afrontar una serie de retos.

Idioma

En ITT el inglés es la lengua estándar para documentos y reuniones técnicas y en ella se escriben los programas del núcleo y de aplicación común. Sin embargo, en los grupos de prueba mixtos donde el inglés es segunda lengua para la mayoría de los miembros, se tiende a pasar al idioma local cuando se intenta resolver un problema, y por ello un miembro del grupo receptor de la transferencia tal vez no aproveche enteramente la actividad del equipo. Una solución es limitar los grupos de prueba a dos personas.

Cuando suministrador y receptor tienen distinta lengua materna, la documentación escrita es más importante pues puede leerse a la velocidad que permita su clara comprensión.

"Desarrollo ajeno"

Todos los proyectos sufren, en algún grado, el síndrome de "desarrollo ajeno". En cualquier transferencia de tecnología es importante que el receptor no trate de cambiar un paquete para hacerlo "suyo" o, en el caso extremo, reescribirlo en vez de ampliarlo. Para contrarrestar tal tendencia debe explicarse y hacer comprender este incómodo sentimiento, a fin de que los ingenieros lo eviten conscientemente. Además, si al receptor le está permitido participar, aunque sea en pequeño grado, en el desarrollo del paquete como miembro del equipo o participante en revisiones de diseño, él sentirá cierto orgullo de propiedad sobre el paquete que recibe.

Zonas horarias

Las transferencias entre zonas horarias muy distintas, como Estados Unidos y Europa o Taiwán, limitan los contactos telefónicos. En esta situación, un buen correo electrónico es de mucha utilidad, pudiendo incluso convertir el factor horario en una ventaja: una pregunta hecha a última hora de la jornada puede tener respuesta a la mañana siguiente. Otro enfoque útil en algunos casos es equipar a los ingenieros con terminales que puedan llevarse a sus domicilios para establecer contactos electrónicos con compañías de otras zonas.

Diferencias culturales

Las diferencias culturales entre nacionalidades y compañías pueden entorpecer el proceso de transferencia; esto se reduce al mínimo asignando de forma rotativa ingenie-

ros y directores a las compañías — a menudo como parte de la propia transferencia de tecnología — para establecer contactos personales y de comprensión.

Conclusiones

La transferencia de tecnología puede utilizarse con eficacia para que equipos geográficamente distantes contribuyan a un desarrollo común. Sin embargo, deben seguirse ciertas normas para asegurar el éxito.

Ante todo es importante organizar el proyecto partiendo de una clara división de responsabilidades y procedimientos. Sólo deben preverse transferencias en momentos destacados, trasvasando entonces ficheros y documentos a través de las bibliotecas del proyecto.

En el caso de las centrales digitales Sistema 12, un eficaz desarrollo distribuido ha dado como fruto un núcleo común de soporte lógico que actualmente opera en centrales de este tipo instaladas en numerosos países.

Referencias

- 1 S. Das, K. Strunk y F. Verstraete: Central digital ITT 1240: Descripción del equipo físico: *Comunicaciones Eléctricas*, 1981, volumen 56, n° 2/3, págs. 135-147.
- 2 K. Rothmaier y H. Verhille: Sistema 12: un producto paneuropeo: *Comunicaciones Eléctricas*, 1987, volumen 61, n° 2, págs. 153-159 (en este número).
- 3 G. Becker, R. S. Chiapparoli, R. Schaaf y C. Vander Straeten: Central digital Sistema 12: Programación: *Comunicaciones Eléctricas*, 1985, volumen 59, n° 1/2, págs. 60-67.
- 4 M. Beyltjens y P. Van Houdt: Sistema 12: Mantenimiento del sistema de conmutación: *Comunicaciones Eléctricas*, 1985, volumen 59, n° 1/2, págs. 80-88.
- 5 K. Van Gestel: Red de datos de la Compañía para intercambio de información: *Comunicaciones Eléctricas*, 1987, volumen 61, n° 2, págs. 173-177 (en este número).

Graham J. Wisdom nació en Woking, Inglaterra, en 1949. Estudió ingeniería electrónica en la Universidad de Southampton, donde se graduó en 1970. Ingresó luego en la compañía Plessey para trabajar en desarrollo de equipo físico y programación para el sistema de conmutación 250. Transcurrido cierto tiempo en ICL dedicado a desarrollo de sistemas operativos para ordenadores, pasó al Advanced Technology Center de ITT en Shelton, Connecticut, como miembro del equipo de desarrollo de conceptos de sistema y equipo físico del Sistema 12. El Sr. Wisdom ocupó varios cargos de gestión en ATC, incluyendo la dirección del equipo de integración del núcleo del sistema. En 1985 entró en el International Telecommunications Center de Bruselas, donde es actualmente responsable de integración del soporte lógico.

Programa de transferencia de tecnología para la PABX digital 5200 BCS

El éxito comercial de la 5200 BCS, avanzada centralita digital, ha provocado abundantes peticiones de transferencia tecnológica por asociadas de muchos países. Esto ha obligado a establecer un programa flexible que pueda adaptarse a las necesidades de las asociadas provistas de eficaces medios de fabricación, así como de aquéllas sin experiencia previa de fabricación.

H. Gessinger

G.W. Hasler

W. Hiller

Alcatel Austria, Viena, Austria

Introducción

En el pasado Alcatel Austria (antes ITT Austria) fue básicamente suministrador de equipo de conmutación a la Administración austriaca. La exportación se limitó a la venta de componentes y distribución de pequeñas PABX. Sin embargo, la situación cambió drásticamente tras el desarrollo de la centralita electrónica 5200 BCS (sistema de comunicaciones de empresa), totalmente digital.

Esta moderna PABX ha tenido gran éxito, tanto en el mercado interior como en exportación, y en consecuencia muchas compañías de Europa y de otros continentes han buscado establecer acuerdos de transferencia de tecnología que les permitan fabricar localmente la 5200 BCS. Debido a tal interés internacional en fabricar esta centralita, fue necesario desarrollar y realizar un amplio programa de transferencia tecnológica que incluyera los procedimientos técnicos, capacitación y documentación

necesarios. La conclusión satisfactoria de acuerdos de transferencia de tecnología con muchas compañías ha demostrado la eficacia de este programa.

Centralita digital 5200 BCS

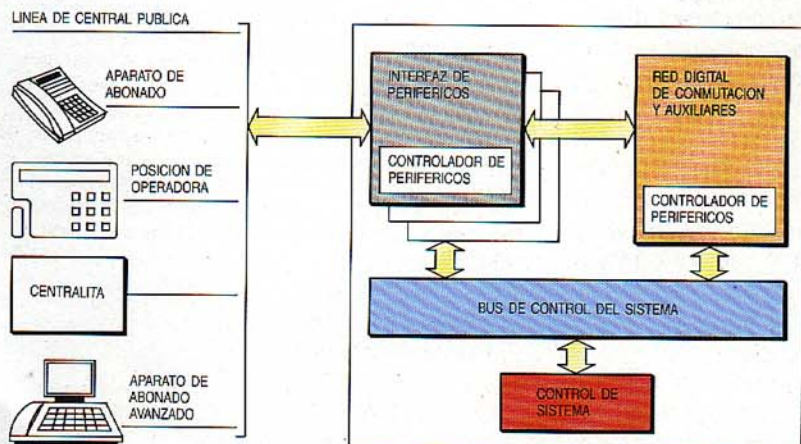
Como se indica en la figura 1, la 5200 BCS es un sistema multiprocesador, con arquitectura básica compuesta de tres unidades funcionales:

- interfaces periféricos
- red digital de conmutación y facilidades generales
- control de sistema.

El control de sistema tiene una estructura jerárquica de dos niveles, consistente en controladores periféricos y el controlador del sistema. El equipo físico y los módulos de programación del procesador 0802 forman el núcleo de control del sistema, alrededor del cual se configuran los controladores de periféricos descentralizados con microprocesadores de pastilla única. Toda la información de control que circula entre dichos controladores y el controlador del sistema, pasa por el bus de control del sistema. Un segundo bus, denominado bus MIC, conecta los periféricos a la red de conmutación digital no bloqueable, de una sola etapa.

El soporte lógico de la 5200 BCS se basa en el lenguaje de programación de alto nivel CHILL. La parte de aplicación está insertada en un "entorno CHILL", arquitectura lógica diseñada específicamente para la 5200 BCS que comprende los siguientes niveles:

Figura 1
Arquitectura de sistema de la centralita 5200 BCS.



- núcleo del sistema operativo
- sistema de control del proceso
- interfaz entre el sistema operativo y la parte de aplicación y la capa más exterior de los procesos de aplicación
- procesos de aplicación, tales como gestión del sistema, control de llamadas, control de facilidades, control de periféricos y rutinas de mantenimiento.

La construcción modular de la centralita 5200 BCS permite que todas las placas y unidades de alimentación sean enchufables. Los cuadros están equipados con paneles posteriores de alambrado por circuito impreso, interconectados mediante cables planos.

Existen tres niveles de expansión:

- sistema con capacidad máxima de 120 puertos, alojado en un armario de pared compacto
- sistema con capacidad máxima de 204 puertos, alojado en un pequeño armario de planta
- sistema con una capacidad de hasta 844 puertos utilizables (ampliable a 2000 puertos en el futuro), alojado en dos armarios, instalando el segundo de ellos cuando sea necesario.

Estos niveles permiten configurar el sistema para satisfacer las necesidades de diferentes usuarios y ofrecer unas comunicaciones mejoradas.

Actividades internacionales

La centralita 5200 BCS ha tenido gran éxito en todo el mundo, y a finales de 1986 se estaba utilizando en más de 50 países. Además de las ventas directas, Alcatel Austria suministra todo el bagaje técnico necesario a las compañías asociadas interesadas en fabricar este producto, incluyendo ahí la documentación, formación y asistencia técnica.

Muchas compañías no asociadas se han interesado también por la centralita 5200 BCS. Varias de ellas deseaban que se les transfirieran los conocimientos y técnicas necesarios para fabricar el sistema. Además, Alcatel Austria ha recibido invitación de varios países para participar en la formación de empresas mixtas para fabricación local de esta PABX (Fig. 2).

Formación de empresas mixtas

En algunos países donde hay compañías que desean fabricar la centralita 5200 BCS,

Alcatel Austria ha negociado la creación de empresas mixtas, definiendo los términos de asociación entre la compañía local, Alcatel Austria y otros posibles participantes. Tales acuerdos cubren todas las facetas del proyecto, incluyendo la transferencia de tecnología a esa nueva empresa mixta.

La estructura legal de una compañía de ese tipo, así como los derechos de los accionistas, reuniones de los mismos, consejo de dirección, y dividendos, están contenidos en las cláusulas de la asociación. En ciertos países las condiciones contractuales difieren notablemente de las normas europeas, obligando a minuciosas investi-

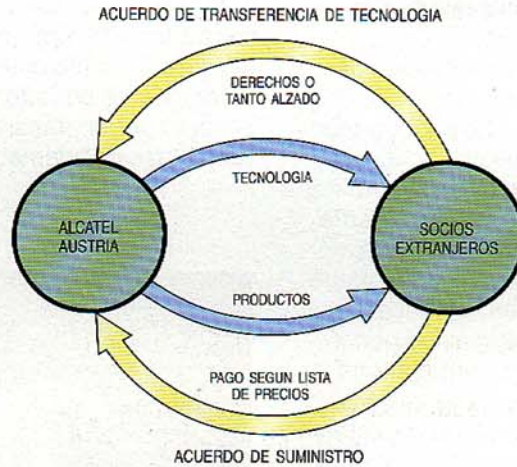


Figura 2
Transferencia de tecnología a compañías externas al Sistema ITT.

gaciones para defender los intereses del suministrador de la tecnología.

Sin embargo, pese a las dificultades, las empresas mixtas son el medio más adecuado para exportar a los países donde las importaciones directas no se permiten o están restringidas, debido a escasez de divisas, por ejemplo.

Acuerdos de transferencia de tecnología

Tanto si Alcatel Austria entra en una empresa mixta como si no lo hace, se han de preparar dos contratos: el acuerdo de transferencia de tecnología (ATT) y el acuerdo de suministro (entrega de sistemas completos, subconjuntos y componentes). Basándose en la PABX estándar 5200 BCS, el ATT especifica la documentación técnica y el soporte que ha de prestar Alcatel Austria, los procedimientos de cambios y modificaciones en el producto, y los derechos de uso por el receptor de la documentación e información técnica. Además, el ATT define el precio de la transferencia de procedimien-

tos técnicos, y especifica la duración y terminación de la colaboración entre Alcatel Austria y la compañía local, en todo lo que a esta transferencia se refiere. En el caso de una empresa mixta, quizá haya que modificar el ATT cuando el proyecto finalice para incluir nuevos productos, o incluso plantearse la disolución de tal empresa.

El ATT ha de garantizar que todos los procedimientos técnicos transferidos se consideren estrictamente confidenciales. Es preciso también adoptar medidas dentro de Alcatel Austria para evitar que se transfieran conocimientos no incluidos en los límites del acuerdo, ya que éstos forman un activo importante. Por consiguiente, los técnicos han de estar informados sobre los límites del contrato en esa materia y adquirir conciencia de la importancia de sus conocimientos personales.

Las entregas, prestaciones, fijación de precios, procedimientos de aceptación, condiciones comerciales y de pago, protección del soporte lógico y limitación de las responsabilidades, son todos ellos términos contractuales que deben ser enteramente cubiertos por el acuerdo de suministro.

Como este bagaje tecnológico no puede transferirse de un golpe, en la fabricación habrá que prever ciertas etapas. Al principio, el licenciataria recibirá normalmente sistemas completos. Cuando se inicie la producción local, los sistemas empezarán a suministrarse como juegos de unidades, y a medida que se adquiera experiencia, éstos serán reemplazados por juegos de componentes.

Transferencia de conocimientos prácticos

La comunicación del "saber-hacer" juega un papel importante en la transferencia de tecnología. Incluso cuando el trabajo de diseño estaba todavía en curso, las casas asociadas ya solicitaban participar en el proyecto y enviaron ingenieros a Viena para cooperar con los de Alcatel Austria.

El departamento de formación contribuyó al proyecto 5200 BCS desarrollando un amplio programa de capacitación en marketing, instalación y mantenimiento, finalmente disponible en inglés y alemán. Las partes sustanciales de ese programa se consideraron adecuadas como introducción general al sistema destinada a los ingenieros. Esto sugirió la iniciación de un programa regular de transferencia de procedimientos sobre el 5200 BCS, en vez de establecer actividades de capacitación de forma individual.

Directrices para la transferencia

La transferencia de documentación se acompaña normalmente de sesiones de instrucción para asegurarse de que el material escrito está completo y se comprende totalmente. Como requisito previo para entender el soporte lógico de aplicación se consideró necesario el conocimiento del CHILL y del sistema operativo, lo que obligó a incluir cursos de fundamentos sobre estos temas.

El departamento de formación puede impartir cursos básicos de este tipo. Sin embargo, un ingeniero especialista puede enseñar mucho mejor a sus colegas temas específicos sobre adaptación del sistema a los requisitos locales de cada país.

Una parte sustancial de la formación, y por tanto un tiempo considerable, se dedica al adiestramiento en el propio trabajo. Durante este periodo, los participantes en el curso deben trabajar sobre verdaderos problemas de adaptación utilizando las

5200 BCS, una centralita digital avanzada desarrollada y fabricada por Alcatel Austria.



herramientas reales de equipo físico y programación bajo la supervisión de un ingeniero experimentado.

Cuando se planifica la transferencia de un bagaje técnico, se desconocen la nacionalidad, el idioma, el historial educativo y la ejecutoria de los posibles sujetos a capacitar, por lo que el programa de formación se orienta a un "ingeniero medio", con algún conocimiento de técnicas de PABX analógicas, experiencia en diseño de equipos digitales y dominio de un lenguaje de programación de alto nivel.

La capacitación para transferencia del saber-hacer de ingeniería tiene seis partes, como se indica en la tabla 1 y la figura 3.

Instructores y métodos de formación

La instrucción sobre temas generales, tales como el CHILL y la información del sistema, la imparten personas del departamento de formación. Sin embargo, cuando los temas son más especializados se ha de recurrir a ingenieros del departamento de desarrollo, no acostumbrados a la enseñanza.

Los documentos entregados incluyen parte de la documentación técnica del producto. Además, durante los cursos se discuten detalles de circuitos, programas de aplicación y sistema operativo. Los términos del contrato deben, pues, incluir este material para garantizar una transferencia ordenada de técnicas y métodos.

Capacitación práctica

La enseñanza impartida se refuerza y mejora permitiendo que los ingenieros capacitados trabajen en la adaptación del producto para utilizarlo en su propio país. Sobre todo importa que ellos adquieran experiencia en el uso de las herramientas de programación, pues eso no se aprende leyendo los manuales; es esencial que participen en las etapas más importantes, tomando los manuales como simple referencia.

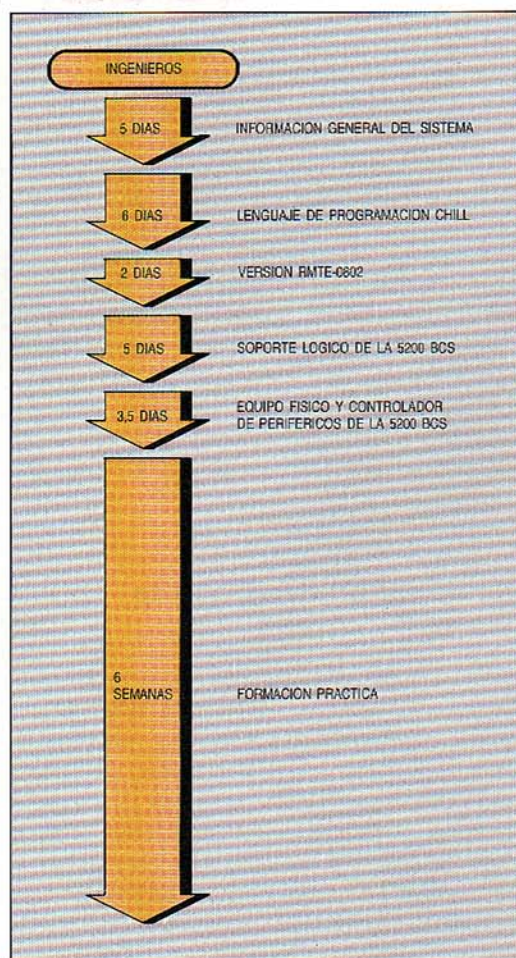
Las tareas de desarrollo se definieron compilando una lista (lista delta) de todas las diferencias, respecto al sistema original, que se necesitan para cumplir las normas de las Administraciones nacionales de diferentes países, junto con todos los cambios de características exigidos por los licenciatarios extranjeros. Esta lista delta sirvió de base a los cambios en el equipo físico y las adiciones al soporte lógico.

Para definir las tareas de desarrollo necesarias según la lista delta y adquirir el dominio de las herramientas de programación, se contó con la asistencia de un técnico del servicio postventa del departamento comercial, experimentado en realización de adaptaciones y cumplimiento de requisitos especiales del receptor. Esta asistencia, extendida a todas las prácticas, demostró ser muy valiosa para transmitir en caso necesario la "información oculta", o sea, la experiencia personal no documentada.

Algunas de las adaptaciones alcanzaron un estado tan avanzado durante la formación práctica que se pudieron probar en la 5200 BCS. La capacitación continuó luego en el laboratorio, donde se utilizó el equipo de pruebas disponible durante la integración del equipo físico con el soporte lógico.

Tabla 1 – Plan de capacitación para transferencia de procedimientos técnicos de ingeniería

Parte	Objetivos
Parte 1: Información general del sistema 5200 BCS	Proporcionar información básica del equipo físico y programación de la centralita 5200 BCS, incluyendo principios de MIC, características y estructura del sistema, estructura de programación, principios de instalación y configuración de características.
Parte 2: CHILL	Proporcionar un conocimiento sólido del subconjunto CHILL (correspondiente a la versión CHILL-0802 de Alcatel Austria).
Parte 3: Aplicación RMTE-0802	Aprender las peculiaridades de la versión CHILL-0802 y familiarizarse con las funciones del sistema operativo RMTE-0802
Parte 4: Programas de la centralita ITT 5200 BCS	Proporcionar una introducción a la programación de la centralita 5200 BCS para una adaptación del controlador del sistema.
Parte 5: Equipo físico y programas del controlador de periféricos	Proporcionar una introducción al equipo físico de la unidad de periféricos y del controlador del sistema y una introducción a los programas del procesador de pastilla única del controlador de periféricos y su sistema operativo.
Parte 6: Formación práctica	Mejorar el conocimiento de la adaptación del equipo físico y la programación para cumplir los requisitos locales.

**Figura 3**
Planificación de capacitación para la transferencia de técnicas y métodos de ingeniería de la centralita 5200 BCS.

Experiencia en la primera transferencia de técnica y métodos

El plan original fue dividir a los participantes en ingenieros de equipo físico e ingenieros de programación, para ganar una semana impartiendo a la vez cursos sobre módulos físicos y lógicos. Esto se convirtió en desventaja pues los participantes deseaban aprender ambos temas, entre otras razones porque la modificación de los circuitos del interfaz de la línea de abonado implicaba tener que modificar la programación del controlador de periféricos. En consecuencia, no se consideró eficaz un curso de formación orientado exclusivamente al equipo físico, y se decidió dar ambos módulos consecutivamente.

Muchos participantes solicitaron una pausa entre la instrucción básica y la especializada, con el fin de consolidar sus conocimientos recién adquiridos. Sin embargo, esto generalmente no resultó práctico.

Una dificultad de otro tipo provino de los propios instructores del curso. Algunos estaban trabajando ya en nuevos proyectos, por lo que les costaba trabajo separar su avanzada experiencia de la información técnica definida en el contrato de transferencia.

El trabajo realizado durante las prácticas de capacitación y el posterior desarrollo del producto por los socios de Alcatel Austria demostraron que la transferencia de conocimientos técnicos había sido eficaz. Además, el cronograma también resultó acertado. Más importante todavía fue que el nivel básico de los participantes en el curso confirmó las previsiones: todos ellos tenían experiencia en tecnología de PABX, y el 64% poseía conocimientos previos de programación, por lo cual la capacitación avanzó sin apreciables dificultades.

El programa de formación vinculado a la transferencia de procedimientos técnicos continúa desarrollándose con éxito. En total, se ha instruido a 63 participantes, aunque no todos asistieron a la totalidad del curso.

Transferencia de tecnología de operación

Antes incluso de que Alcatel Austria comenzase a fabricar la centralita 5200 BCS, fue evidente que esta PABX se exportaría en gran cantidad. Dado que algunos países están muy interesados en hacer al menos parte de la fabricación localmente y en la explotación del producto — sea para evitar altas tarifas aduaneras o para satisfacer requisitos de contenido nacional —, hubo que prever el soporte a estas actividades.

Tras recibir algunas visitas de las partes interesadas, quedó de manifiesto que los requisitos de los potenciales socios variaban considerablemente. Desde luego había un mejor entendimiento sobre normas y especificaciones con las asociadas europeas que con la mayoría de las demás compañías, por utilizar las mismas especificaciones genéricas. Esto simplificó notablemente la transferencia de documentación relativa a especificaciones de fabricación, normas de manufactura, niveles de calidad, y otros aspectos.

La segunda diferencia importante era la capacidad en fabricación de los probables socios, que variaba desde carecer en absoluto de experiencia o medios de producción hasta poseer avanzadas facilidades de fabricación y servicios. En realidad, los había con fábricas mucho mayores que Alcatel Austria. Por otra parte, muchas de las compañías interesadas tenían gran experiencia y buena reputación en fabricación, pero ningún antecedente en fabricación de productos electrónicos. Otras poseían experiencia en productos electrónicos, pero en cambio ninguna en técnicas digitales y MIC, que requieren capacitación específica sobre todo para pruebas, mantenimiento y reparaciones.

Una tercera y esencial consideración era el alcance de las necesidades locales de producción, incluyendo la integración local, los niveles de tecnología de fabricación planificados, y el volumen de producción previsto, en las etapas deseadas. Cuando son grandes las diferencias en volumen de producción respecto a los de Alcatel Austria, deben adoptarse diferentes enfoques en cuestión de métodos, equipo, cualificación del trabajo, etc., ya sea para producir cantidades menores o cantidades mayores.

Propuestas de fabricación

Tras una primera experiencia, Alcatel Austria elaboró planes con un enfoque profesional y además pragmático. Participando el departamento de exportación se idearon cuestionarios y listas de comprobación, ya que la mayoría de los estudios procedentes del exterior venían de departamentos legales y comerciales de compañías, y no de fabricación.

Los departamentos de exportación, ingeniería industrial, asesoría legal, y otras funciones asociadas, prepararon conjuntamente una lista de comprobación con preguntas dirigidas a obtener informaciones esenciales sobre el posible socio. Se establecieron contactos iniciales, usualmente a través del departamento de exportación, bien en el extranjero o en Alcatel Austria.



La formación juega un papel importante en la transferencia de tecnología.



Alcatel Austria ha participado en acuerdos de empresa mixta con socios de países menos industrializados.

Generalmente hubo un primer contacto con el departamento de fabricación de esta Compañía.

Era corriente que los representantes del socio para fabricación y servicios hicieran después una visita a Viena, con objeto de ver el equipo y los procedimientos de fabricación. Estas reuniones a nivel funcional ofrecían también la oportunidad de intercambiar puntos de vista y redactar un plan provisional de transferencia.

En caso de necesitarse un mayor compromiso de Alcatel Austria a nivel local, como sería el asumir la mayoría de la responsabilidad en una empresa mixta, los expertos valoraban cuidadosamente la situación local y los posibles subcontratistas. Se examinaba por separado el entorno

local en lo que atañe a medios de fabricación existentes o planificados, con el fin de determinar todos los hechos relevantes: localización, transporte y manipulación, tipo y calidad de la fabricación existente, equipo de pruebas y fabricación, capacitación y disponibilidad de la mano de obra, niveles salariales y de productividad, y existencia de suministradores locales y subcontratistas.

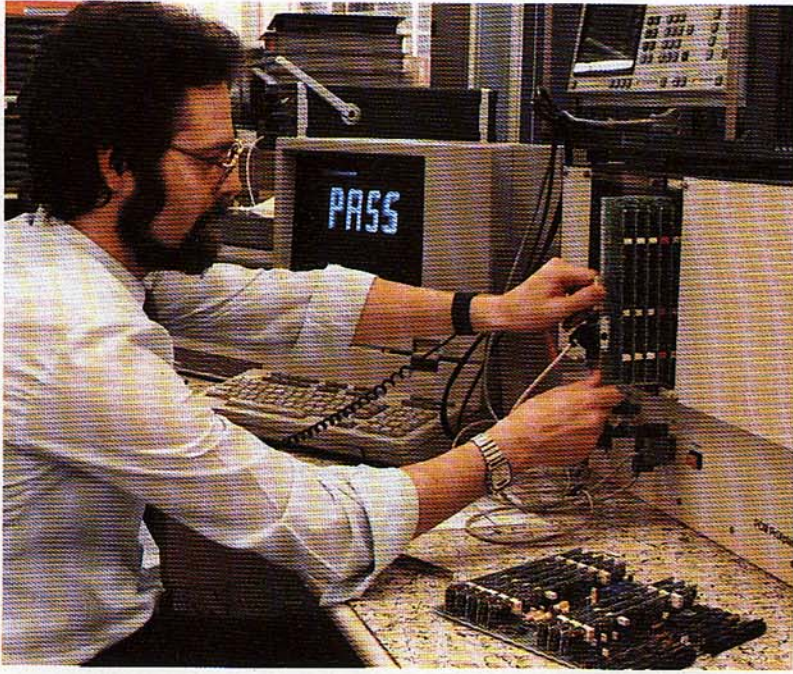
Tras una prolongada experiencia en el uso de listas de comprobación y haberse aumentado la demanda del departamento de exportación, pidiendo un mayor soporte y la evaluación de posibles nuevos proyectos mixtos, se decidió bosquejar un modelo completo de propuesta de fabricación que tuviera todos los elementos de transferencia de tecnología de operación (fabricación, instalación y mantenimiento), válido como directriz en futuros proyectos. Quedó claro que esta propuesta de fabricación, ajustada luego a diversos "tamaños" de actividad local de fabricación en cuanto a requisitos de volumen y niveles de integración, había de ser bastante general para satisfacer las variables necesidades de los diferentes socios, y además globalizadora, cubriendo todos los aspectos de la transferencia de tecnología de operación.

Al principio, y mientras se esbozaba la propuesta de fabricación, se comprendió que el plan había forzosamente de basarse en que el producto se fabricara y utilizara en cualquier parte con idénticos métodos y procedimientos, y empleando el mismo equipo que en Alcatel Austria. Se partía de "cero", proyectando la construcción de una nueva fábrica y la instalación en ella del equipo necesario.

Tras revisar las respuestas obtenidas de un potencial socio, se ajustaron los planes y las cifras a las necesidades de dicho socio. En la mayoría de los casos, esto dio como resultado una propuesta a medida del cliente, y una vez aceptada ésta se llegó a un acuerdo comercial. En la práctica, cada acuerdo se condujo de un modo muy individualizado. Así, variaron de un socio a otro el grado de asistencia, el contenido de los juegos de materiales, las etapas de transferencia, los volúmenes de fabricación al comienzo y al final de la transferencia, el tiempo requerido para la misma, el método de comunicación, e incluso el tipo de documentación.

Conclusiones

El programa de transferencia de tecnología de la centralita 5200 BCS se inició ante todo para atender los requisitos del mercado de exportación. Ya que éstos varían



Estación de pruebas automáticas para interfaces periféricos MIC en la 5200 BCS.

considerablemente de país a país y de un proyecto a otro, fue preciso desarrollar un plan común como base para la comunicación con el receptor de tecnología.

Los requisitos locales específicos para la transferencia de tecnología proyectada se definieron en estrecha cooperación con el receptor. Esto originó una gran variedad de planes y la adopción de abundantes procedimientos técnicos relativos a todas las facetas de la transferencia de tecnología

de la centralita 5200 BCS, incluyendo aspectos comerciales y de mercado, requisitos legales, tecnología del producto, adaptación del producto al país, fabricación, instalación y mantenimiento, planes de formación, y varios más.

En consecuencia, Alcatel Austria podrá responder con rapidez a los nuevos requisitos del producto, hacer frente a las necesidades locales y alcanzar una conclusión satisfactoria.

Herald Gessinger nació en Berlín, en 1943. Ingresó en ITT Austria (hoy Alcatel Austria) en 1968, para dedicarse a desarrollo de relés electromecánicos. Mientras trabajaba en equipo de pruebas automáticas participó en el diseño de circuitos para microprocesadores. En 1978, el Sr. Gessinger fue transferido al departamento de formación para establecer un programa de capacitación en microprocesadores. Actualmente es adjunto al director de formación, y se encarga de actividades de capacitación técnica.

Günter W. Hasler nació en Alemania, en 1936. Estudió en su país y posteriormente en Canadá, donde trabajó como ingeniero industrial en productos eléctricos de consumo y de defensa. En 1965 regresó a Europa, ingresando en ITT Austria en 1967 como director de ingeniería industrial. Durante los últimos cinco años ha estado muy involucrado en tecnología de fabricación avanzada y transferencia de tecnología a y desde ITT Austria, así como en proyectos de exportación relativos a fabricación.

Werner Hiller nació en Viena en 1941. Ingresó en ITT Austria en 1973, como consejero legal. En este puesto es responsable de los aspectos legales de los proyectos internacionales de transferencia de tecnología, incluyendo las negociaciones de contratos.

Red de datos de la Compañía para intercambio de información

Las actividades de desarrollo distribuido, que a menudo implican transferencia de tecnología entre compañías de muchos países, requieren rápidas y eficaces comunicaciones de datos. Esto se consigue integrando las redes de las casas individuales en una potente red mundial, la Datanet, sin la cual hubiese sido prácticamente imposible el desarrollo y transferencias de tecnología del Sistema 12.

K. Van Gestel

Alcatel NV, Bruselas, Bélgica

Introducción

La red de datos de la Compañía, denominada Datanet, atravesó diversas fases antes de su integración funcional. En un principio, las casas individuales establecieron redes locales en torno a sus respectivos centros de datos, con la idea de atender sus propias necesidades de comunicación de datos. A nivel internacional, la red Datanet debe su existencia al desarrollo del Sistema 12, que requería una enorme capacidad de proceso en ordenador y la estrecha cooperación de grupos dedicados al proyecto en casas de diferentes países, comunicándose información de sistema y programación y consultando bases de datos centralizadas.

Los servicios de transporte prestados por Datanet facilitaron el desarrollo del Sistema 12 al evolucionar la red en dos grandes etapas:

Etapa 1: podría llamarse red de terminales, pues en ella los terminales de las diferentes casas se conectaban directamente por líneas internacionales a un centro de datos único. Los ingenieros de seis casas distintas tenían acceso a las bases de datos del Sistema 12 y utilizaban los recursos del centro de cálculo de Bell Telephone Manufacturing Company (BTM) para la programación del mismo Sistema.

Etapa 2: ante la mayor necesidad de proceso local, la red anterior se transforma en red de ordenadores que interconecta los centros de datos de las principales casas de telecomunicación de la Compañía. Además de disponer los ingenieros de todo el mundo de medios de proceso local más potentes, pueden también enviar/retirar información a/de las bases de datos centralizadas, y proceder a su modificación o actualización.

Como las distintas casas ya tenían sus redes locales de datos, la interconexión de los respectivos centros de datos consiguió integrar todas ellas en una gran estructura denominada Datanet. Esta red de la Compañía utiliza hoy circuitos telefónicos alquilados para conectar entre sí los grandes centros de cálculo; a su vez, estos centros proporcionan conexión con la red local. Varias de estas redes internas de datos son importantes en sí mismas, pues conectan centros de fabricación, desarrollo y venta en distintos emplazamientos; como ejemplo, la red de SEL (Standard Elektrik Lorenz) comprende más de 90 circuitos telefónicos alquilados en toda Alemania.

Topología de la red

La figura 1 ilustra la cobertura geográfica de la red Datanet, representando cada línea uno o más circuitos telefónicos alquilados con una capacidad de transmisión de al menos 9,6 k-octeto/s. La red conecta hoy a 30 centros de datos en el mundo, desde los que sólo tienen un ordenador 4381 con capacidad de 2 Mips (millones de instrucciones por segundo), hasta los equipados con múltiples ordenadores 3090 cuya capacidad de proceso supera los 50 Mips, en algunos lugares. Estos ordenadores IBM o compatibles admiten tanto sistema operativo MVS como VM. En todas partes de la red se utiliza equipo comercializado por ITT, variando desde la serie de procesadores de comunicación 88XX (únicos en su género utilizados en la red europea) hasta los terminales y ordenadores personales, cuyo número rebasa los 12.000.

Esta red de Compañía mundial se explota como una gran red SNA (*system network architecture*) y NJE (*network job entry*). A

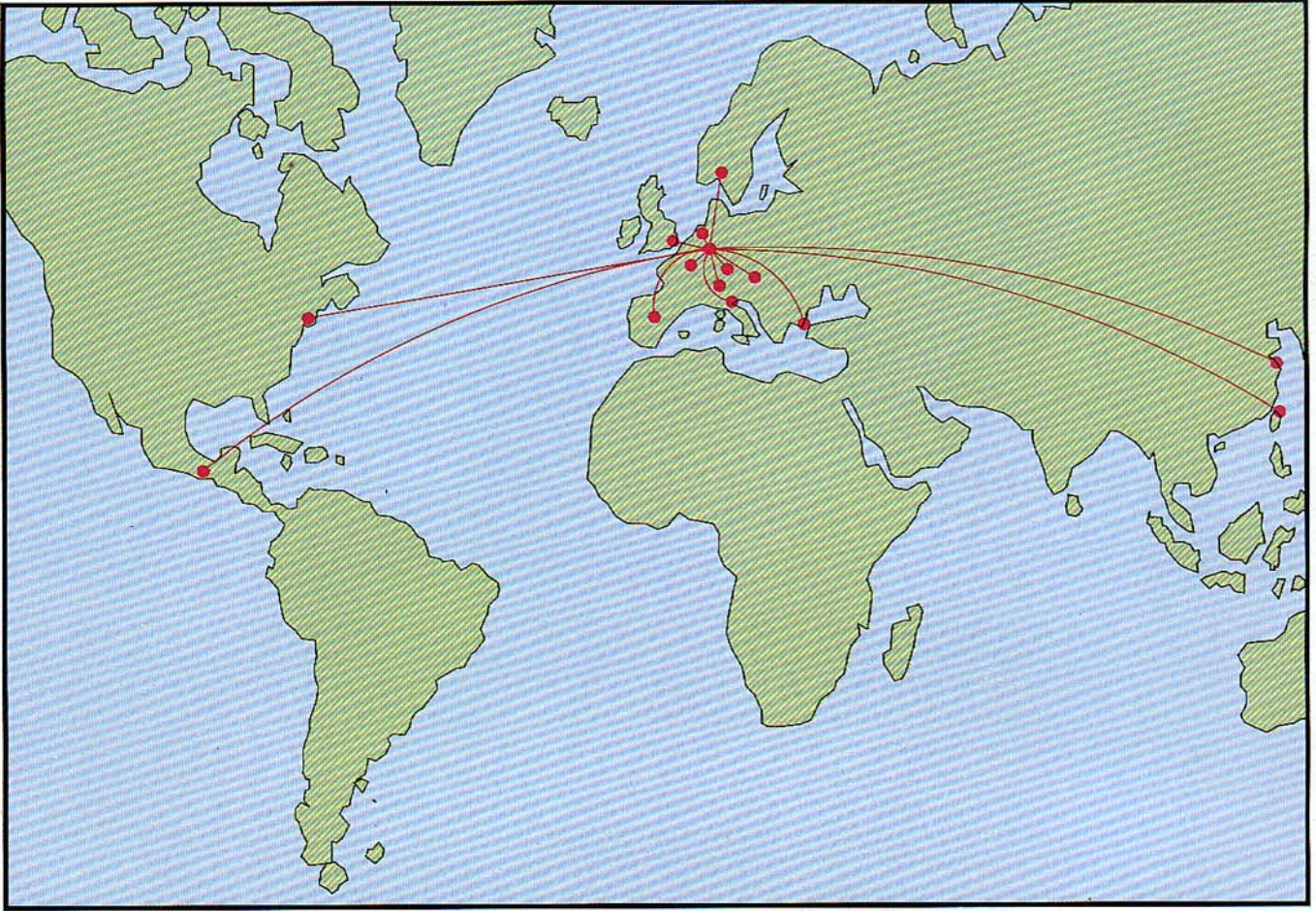


Figura 1
Extensión mundial de la red Datamet.

consecuencia de las limitaciones de arquitectura del direccionamiento SNA utilizado en los ordenadores de toda la red, en 1984 la red desbordó el espacio disponible para direcciones; en efecto, los límites referidos y el tamaño de algunos de los centros de datos – con miles de terminales – sólo admitían 64 ordenadores y procesadores de comunicación. El problema se resolvió a principios de 1985, introduciendo en Amberes un procesador de acceso ITT 8809 que proporciona facilidades SNI (*system network interconnect*) de IBM. Esta implantación, la primera de Europa, hizo posible subdividir la mayor de las redes locales sin dejar de ofrecer conectividad y acceso a la red global. Al crecer la red, también se subdividirán las redes de otras compañías locales (Fig. 2).

Servicios básicos de la red

Entorno

Para atender las necesidades que plantean las actividades de la Compañía y la enorme variedad de funciones y aplicaciones, las distintas casas utilizan varios tipos de ordenadores. Entre los sistemas y aplicaciones en uso figuran variadas aplicaciones comer-

ciales, de fabricación avanzada, CAD/CAM, medios de soporte a la investigación, planificación de proyectos y estratégica, y proceso de transacciones. Los distintos proyectos requieren medios de comunicación también diferentes, que además varían con el tiempo. En consecuencia, la red de datos de la Compañía tiene que prestar un soporte muy amplio a:

- diferentes entornos de ordenadores
- diferentes sistemas operativos en el mismo equipo de ordenador
- transporte “en-línea” y por lotes dentro de un mismo entorno
- intercambio de datos entre distintos entornos.

De no existir tales facilidades, las actividades de desarrollo se verían constreñidas a permanecer dentro de las casas respectivas.

Comunicación nativa soportada

No siendo económico que el servicio de transporte admita los protocolos de comunicación nativos de todos los sistemas de ordenador utilizados en la Compañía, el soporte se ha limitado a dos grandes tipos de ordenadores:

- sistemas IBM y compatibles con IBM
- sistemas DEC.

Para todos los demás sistemas de ordenador el transporte se apoya en la conexión a través de uno de estos entornos, en la mayoría de los casos emulando un IBM en-línea o un terminal RJE (*remote job entry*, entrada remota de tareas).

Sistemas IBM y compatibles con IBM

Se admiten sistemas operativos MVS y VM tanto para servicios en-línea como por lotes. Los usuarios tienen acceso en-línea a las aplicaciones y datos de los centros de cálculo de toda la red, teniendo además la facultad de distribuir y/o descargar información, programas, herramientas de desarrollo o sistemas de programación.

Servicios en-línea

Conexión MVS: en el área MVS (el sistema operativo para grandes ordenadores centrales de IBM) la red trabaja con plenos poderes de interconexión, es decir, cualquier terminal de la red puede conectarse y tener acceso a cualquier aplicación existente en la red, siempre que se haya obtenido la necesaria autorización de seguridad.

Conexión VM: a la red MVS se superpone una red que enlaza todos los sistemas VM (sistema operativo de IBM para ordenadores centrales de mediano tamaño). El uso de la propiedad sublineal en las conexiones de un procesador de comunicación a otro – que permite establecer conexiones lógicas punto a punto sean cualesquiera los nodos físicos atravesados, así como multiplexar diferentes protocolos – faculta a esta red VM para utilizar las mismas líneas de datos que la red MVS. Como todos los sistemas VM tienen instalado un *passthru* (paso libre), los usuarios VM pueden acceder a otros sistemas VM, y también a una red

MVS con pleno dominio de conexión. Por añadidura, la instalación de un paquete especial MVS del tipo "passthru" en los nodos centrales de la red da medios para acceso de los terminales MVS a sistemas VM.

En este entorno mixto MVS/VM, es hoy teóricamente posible conectar cualquier terminal a cualquier ordenador principal.

Transferencia por lotes

Para permitir la transferencia por lotes entre sistemas MVS y VM, se ha realizado una red enteramente NJE con transferencia masiva de datos y medios de transmisión/recepción, capaz de conectar todos los procesadores pero compartiendo siempre las mismas líneas de datos.

Con el fin de asegurar la facilidad de uso de Datanet se han preparado procedimientos especiales para el tratamiento del interfaz con el usuario, sin dejar de mantener la confidencialidad de la contraseña en cada nodo.

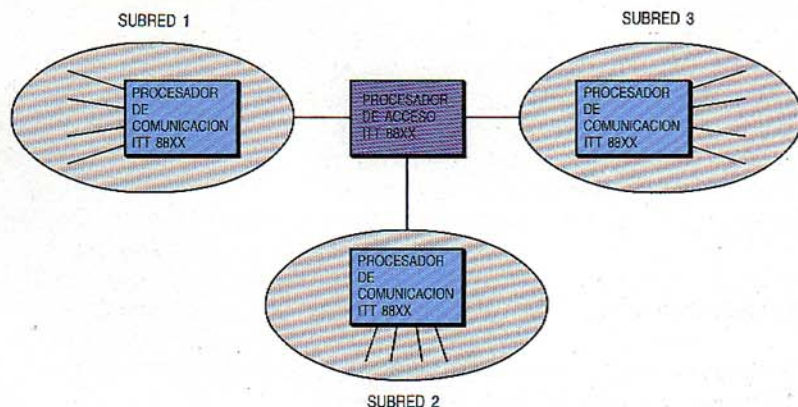
Conexión con red DEC

El soporte lógico de exclusiva propiedad del ITT 88XX permite que la red Datanet proporcione servicios de transporte para sistemas DEC. Los usuarios de estos sistemas comparten la misma infraestructura básica para comunicación entre distintas localidades y distintas compañías, igual que los usuarios de sistemas IBM.

La programación utilizada en el procesador ITT 88XX emula un nodo de la red DEC (DECnet) y se conecta a los procesadores de ella mediante un protocolo nativo DDCMP (protocolo digital de mensajes de comunicación de datos). En los enlaces que interconectan los procesadores ITT 88XX, esta programación integra el tráfico DEC con el que generan los ordenadores principales de IBM. Los tráficos de SNA y de la DECnet comparten las mismas líneas de datos, sin dividir de un modo fijo su anchura de banda. Así, la red aparenta ser SNA para el usuario de un terminal conectado a un ordenador IBM, y DECnet cuando el terminal está conectado a un procesador DEC. Como la DECnet permite acceder a aplicaciones en ordenadores remotos, ofreciendo además comunicaciones directas entre personas y transferencia por lotes, la red Datanet también proporciona todas estas facilidades.

La figura 3 muestra la realización física de esta conectividad SNA y DECnet a través de procesadores ITT 88XX.

Figura 2
Esquema de interconexión de subred Datanet.



Servicios básicos de la red

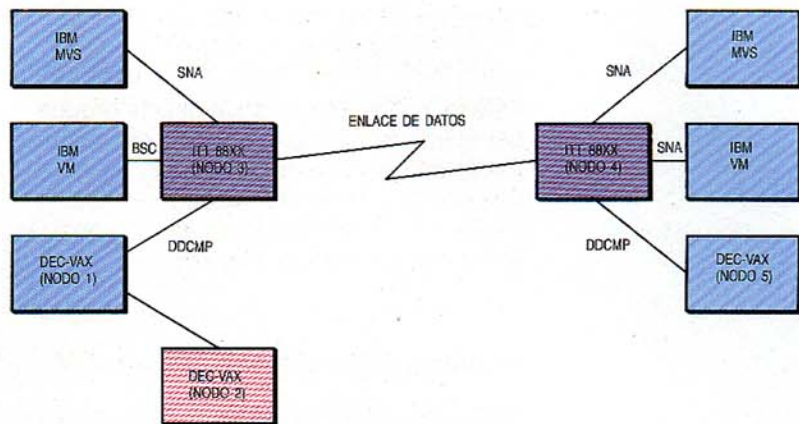
Los siguientes ejemplos ilustran los servicios básicos que ofrece la red para atender las necesidades del personal técnico y de gestión de toda la Compañía:

- Dentro del entorno de desarrollo del Sistema 12, se mantiene una base de datos central para todos los módulos completados de servicio a la programación. Así, por ejemplo, cuando el grupo del proyecto en FACE (Italia) ha terminado el desarrollo de determinado módulo, envían esos programas a través de la red a la base de datos, en donde otras casas pueden acceder a ellos y cargarlos para construcciones del sistema e ingeniería de desarrollo.
- El ITC (International Telecommunications Center) en Bruselas realiza la gestión de configuración para desarrollo del Sistema 12. Los cambios (en documentos) se presentan a través de la red a dicho ITC, que los aprueba y actualiza luego la base de datos de gestión de configuración, de nuevo accesible a todas las casas.
- Grupos de varias casas producen herramientas para desarrollo de programación; cada una de ellas, al terminarse, se presenta al ESC (Engineering Support Centre) de Harlow, el cual debe aprobarla y luego distribuirla a través de la red a todos los grupos de desarrollo que la necesiten.

Si no existiera este servicio de red, no sería posible la integración de cientos de módulos de programas Sistema 12 procedentes de fuentes de todo el mundo, ni tampoco la oportuna revisión y distribución de herramientas a los ingenieros.

Sistemas de mensajería electrónica

El correo electrónico está realizado como servicio de valor añadido que permite la comunicación entre personas, ya estén en la misma compañía o en compañías diferentes. En Datanet, el servicio de correo electrónico se basa en MVS, por ser éste el sistema operativo predominante en la red. El sistema de correo, MEMO, ofrece un interfaz de usuario en varios (hasta cinco) idiomas europeos, con lo cual cada usuario puede trabajar en su lengua local. Los principales centros de datos disponen de sistemas MEMO para comunicación interna de la casa, y además su interconexión por la red permite el envío de mensajes por toda la Compañía. También se intercambian directorios estos sistemas distribuidos de correo electrónico, lo que permite buscar



identificaciones de usuario a través de toda la red de MEMO interconectados.

Figura 3
Soporte nativo de Datanet para BSC, SNA y DECnet.

Interconexión de correo electrónico

La plena utilidad del correo electrónico sólo se consigue cuando un usuario puede dirigir un mismo mensaje original a todos los usuarios que desee de la Compañía, sea cual fuere su emplazamiento y el ordenador a que estén conectados. Por supuesto, el expedidor debe conocer el código de identificación y la dirección de los destinatarios.

Con esta finalidad, se están preparando interfaces con MEMO en la red que permitan cursar mensajes entre los sistemas MEMO, VAXmail y PROFS (sistema soporte profesional que opera con VM). Cuando esto se haya terminado, un usuario de MEMO podrá enviar un mensaje no sólo a otros usuarios MEMO sino también a cualquiera que utilice VAXmail o PROFS en la red.

Análogamente, los usuarios de VAXmail y PROFS podrán enviar mensajes a usuarios de los tres sistemas. Cada usuario recibe todos los mensajes, vengan de donde vengan, en su sistema de "buzón" original. Se prevé también intercambiar información de directorios entre estos sistemas de correo electrónico.

Se han desarrollado procedimientos especiales para el envío y recepción de documentos Wang VS a través de mensajes MEMO en Datanet.

La figura 4 ilustra la conexión entre los distintos sistemas de correo electrónico, constituyendo así una eficaz herramienta de comunicación para la gestión técnica coordinada de las actividades de todas las casas que participan en el desarrollo del Sistema 12.

Gestión de la red

Como ya se ha dicho, la red de datos mundial de la Compañía interconecta e integra

las redes de diferentes casas locales, y su gestión requiere por consiguiente un elevado nivel de cooperación entre todos los involucrados. Cada casa local se responsabiliza de operar su red y dar servicio a sus propios usuarios, mientras que la gestión a nivel de la Compañía aporta la planificación estratégica global, la coordinación y normalización, así como cierta investigación y desarrollo básicos. La explotación de la red se delega a las casas, con un control centralizado en el punto focal de la red. Al irse extendiendo las conexiones de la red, aumenta la responsabilidad de los centros de operación regionales, ya que proporcionan en su esfera de acción servicios análogos a los de un centro de control de red.

La función de control centralizado de la red se encarga de mantener un servicio fiable en los enlaces entre compañías, y de localizar y resolver todo problema de red en ese tipo de relaciones. Esto implica el garantizar disponibilidad y funcionamiento seguro de los circuitos alquilados a la Administración, de todos los equipos de comunicación entre casas y de las aplicaciones de ámbito

universal. Para el adecuado desempeño de tal función, se necesita un personal capacitado en equipos y programas de comunicación, así como en las relaciones humanas.

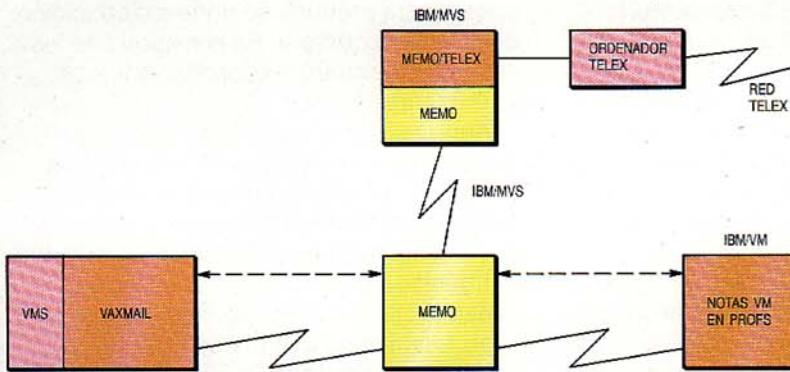
La dirección y coordinación de la red Datanet reside en un pequeño grupo centralizado, aportando el personal de las casas participantes la fuerza activa esencial, que contribuye tanto a nivel de funciones como de operación.

Conclusiones

El uso eficaz de la tecnología de la información es hoy esencial en la mayoría de empresas con éxito. Las tecnologías de equipo físico y de programación, han creado merced a su evolución oportunidades de beneficio a las compañías que las utilicen. La eficacia de la información estriba, sin embargo, en que sea accesible y coherente en todo el ámbito de la Compañía. Así, puede considerarse que la infraestructura de la red de telecomunicación proporciona conectividad a los restantes recursos técnicos. En efecto, da acceso a la información, facilita y agiliza la comunicación entre las personas y ofrece medios para coordinar el desarrollo por diferentes grupos en proyectos distribuidos.

K. Van Gestel nació en Oostmalle, Bélgica, en 1946. Tras completar sus estudios en la Universidad de Gante, entró en el departamento de sistemas de información de BTM en 1968. Ocupó diversas posiciones en la compañía, incluyendo la de responsable de los servicios de informática. En 1983, el Sr. Van Gestel pasó a la sede europea de ITT, como responsable del Centro de Gestión de Red para Europa. Tres años después, fue ascendido a director de la red de la Compañía.

Figura 4
Implantación de un servicio de correo a través de Datanet.



Transferencia mundial de tecnología de telecomunicaciones

La transferencia internacional de tecnología es un factor significativo en la redistribución del poder económico a escala mundial. La tecnología de telecomunicaciones es uno de los principales sectores de comercio a este respecto, y ha sido el vehículo a través del cual muchos países han buscado fomentar su progreso industrial.

R. Van Malderen

Alcatel NV, Bruselas, Bélgica

Introducción

Hoy en día, la economía de un país, o incluso de una compañía individual, ya no puede ser considerada aisladamente sino tan sólo como una pequeña parte del total de la economía mundial.

El siglo en el que vivimos ha sido testigo de la expansión industrial a escala mundial de una forma acelerada. Fuerza conductora esencial de tal expansión ha sido la transferencia del "saber-hacer" tecnológico. Sin duda, no es exagerado afirmar que la transferencia internacional de tecnología es probablemente el factor dominante en la reestructuración de la distribución de la riqueza mundial¹.

A grandes rasgos, la tecnología puede definirse como el conjunto global de conocimientos, técnicas, métodos y herramientas necesarias para el diseño, fabricación y uso de bienes útiles para la humanidad. En estos términos, la transferencia de tecnología

consiste en el transvase de "saber-hacer" tecnológico de un proveedor a un receptor, en un proceso que suele beneficiar a ambas partes.

La transferencia de tecnología puede abarcar desde la simple licencia de una patente hasta proyectos llave en mano, en los que toda una planta de fabricación dispuesta para producir se pone a disposición de la parte receptora. En la mayoría de los casos esto incluirá la capacitación de los futuros trabajadores.

Aunque "transferencia de tecnología" sea una expresión reciente, hay muchos ejemplos de este tipo de actividades en la antigüedad. Pueden así recordarse la introducción de molinos de viento por soldados germánicos en Siria durante la Tercera Cruzada (1189-1192) y las numerosas técnicas y maquinaria que Marco Polo introdujo en su país, inventadas por ingenieros chinos del siglo trece, tales como las máquinas de hilar seda.

El mundo occidental

De acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (ver tabla 1), el 90% de la transferencia de tecnología tiene lugar entre países industrializados, y sólo el 10% restante ha implicado hasta ahora a naciones en vías de desarrollo. La balanza de pagos relativa a transferencias de tecnología para varios países muy industrializados demuestra que las industrias químicas y eléctricas/electrónicas (incluyendo las telecomunicaciones) son los sectores más importantes.

Las compañías multinacionales y transnacionales* juegan un papel sustancial en la transferencia de tecnología mundial, y en consecuencia contribuyen muy destacada-

La experiencia de ITT en transferencia de tecnología se remonta a los sistemas electro-mecánicos Rotary y Pentaconta. Esta es la prueba de equipos Pentaconta en la fábrica de Tlemcen en Argelia.



* Las compañías multinacionales pertenecen a sujetos nacionales de un solo país, y en cambio las transnacionales pertenecen a sujetos nacionales de diversos países.

mente a la distribución del trabajo entre las naciones.

Transferencia Este-Oeste

Para el bloque del Este es de vital importancia la adquisición de un nuevo acervo tecnológico para poder acelerar su desarrollo económico. En consecuencia, hay una corriente importante de transferencia de tecnología del Oeste al Este. Sin embargo, por algún tiempo el mundo occidental tuvo la preocupación de que la transferencia de tecnología pudiera aumentar la potencia estratégica y militar del bloque del Este, y en tal sentido inquietaban especialmente

sectores industriales como la electrónica y las telecomunicaciones.

En 1949, los Estados Unidos, Japón y los países de la OTAN crearon el COCOM (Comité Coordinador para Control de la Exportación) para restringir la circulación de materiales y conocimientos estratégicos. Sin embargo, la lista de estos materiales ha disminuido de forma regular desde entonces, y se prevé que las restricciones se hayan relajado notablemente en 1988.

De forma clara, funcionarios soviéticos de muy alto rango (Brezhnev, 1978) han declarado: "Nuestros planes no están basados en la autarquía* * ... sino en la cooperación, no sólo con los países socialistas sino también, y en grado apreciable, con aquéllos cuyo sistema social es diferente al nuestro".

El efecto de la transferencia de tecnología en el bloque socialista no se debe ver tanto a nivel militar como en el equilibrio de la división de trabajo entre estos países, en línea con las economías de mercado libre occidentales.

Países en desarrollo y transferencia Norte-Sur

El grueso del poder industrial mundial está concentrado en latitudes nórdicas (Europa, América del Norte, Japón), mientras que la mayoría de los países en desarrollo están en regiones del Sur. Esta tensión Norte-Sur es un problema de proporciones globales, con muchos aspectos controvertidos. Casi todos los países en desarrollo pertenecen al Grupo de los 77*** de las Naciones Unidas y comparten una aspiración común: la de industrializarse como los países del Norte y así hacerse ricos. De aquí resulta que el comercio entre naciones industrializadas y países menos desarrollados a menudo incluye la transferencia de tecnología (Tabla 2).

Es justo mencionar que, en el pasado, la transferencia de tecnología a países en desarrollo ha fallado muchas veces, y a menudo por falta de una capacitación adecuada de los trabajadores locales. Sin embargo, hay otros factores que contribuyen, como la ausencia de una base económica e industrial capaz de aceptar la nueva tecnología.

Quizá sea más apropiado intentar transferir tecnología a niveles menos sofisticados y más acordes con las condiciones locales: por ejemplo, mediante técnicas de fabricación menos avanzadas pero con mayor

Tabla 1 – Bancos y Organizaciones internacionales

Naciones Unidas (ONU) Asociación de la mayoría de las naciones del mundo para mantener la paz y la seguridad y alentar las condiciones económicas y sociales. Fue creada en 1945.
Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (IBRD) También llamado Banco Mundial, fue creado en 1945. Perteneció a las Naciones Unidas y actúa como agencia internacional de crédito y desarrollo. Situado en Washington, agrupa a más de 100 naciones. El Banco Mundial promueve el desarrollo económico y asegura o garantiza créditos privados u otorga ayuda técnica, fiscal o gerencial a países en desarrollo.
Asociación Internacional para el Desarrollo (IDA) Fue creada en 1960 por el IBRD como agencia auxiliar de crédito para prestar asistencia a proyectos de alto riesgo. Se ocupa de las peticiones de créditos blandos, reembolsables en un plazo más prolongado, para países en desarrollo.
Corporación Internacional de Financiación (IFC) Fue creada en 1956 como parte del Banco Mundial con el fin de promover el desarrollo de los sectores privados de países en desarrollo.
Bancos Regionales para el Desarrollo Ponen fondos a disposición de países en desarrollo, dentro de su esfera de influencia, aunque sus créditos no se limitan a este género de países: – Banco Interamericano del Desarrollo (Latinoamérica) – Banco Africano del Desarrollo – Banco Asiático del Desarrollo
Banco Asiático del Desarrollo Es un Banco de inversiones con sede central en Manila. Está formado por unos pocos estados occidentales (p. ej. EE. UU.) y una mayoría de estados asiáticos tales como Japón, India, Pakistán.
Banco de Exportación-Importación de EE. UU. (EXIM Bank) Es una corporación pública creada por orden ejecutiva del Presidente (1934). Ejecutan y garantizan créditos para fomentar el comercio entre Estados Unidos y países extranjeros.
Banco Europeo de Inversiones (EIB) Fue creado en el Tratado de Roma (1958), donde se estableció la CEE (Comunidad Económica Europea). El EIB financia dentro de la CEE así como en mercados internacionales.
Corporación Privada de Inversiones de Ultramar (OPIC) Creada en Estados Unidos.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) Está formada por 23 países (naciones industrializadas) y tiene su sede central en París. Su finalidad es promover el progreso económico de sus miembros, la expansión del comercio mundial y el desarrollo de naciones nuevas.
Conferencia de las Naciones Unidas sobre comercio y desarrollo (UNCTAD) Su finalidad es mejorar las posiciones comerciales internacionales de las naciones en desarrollo.

** Autarquía: economía nacional autosuficiente.

*** Originalmente un grupo de 77 países con economías débiles, formaron un grupo dentro de las Naciones Unidas, y se autodenominaron "Grupo de los 77". Hoy el grupo contiene cerca de 140 países.

Tabla 2 – Balanza de pagos (1975) por transferencia de tecnología entre países industrializados y países en desarrollo (millones \$)

Países industrializados	Balanza con países en desarrollo	Balanza con el mundo	% procedente de países en desarrollo
Francia	117	- 91	26
Alemania Occidental	80	-421	27
Italia	14	-313	25
Japón	115	-345	51
Reino Unido	65	- 34	19
EE.UU.	804	3820	19

Fuente: OCDE

contenido en trabajo. Sin embargo, tal vez así el país no avance mucho hacia la meta de la industrialización. Muchos países en desarrollo ya se han dado cuenta de que el único medio para alcanzar ese objetivo es adquirir la última tecnología, y ello constituye una de sus grandes preocupaciones.

Numerosos estudios han demostrado que estos países extraen su principal caudal tecnológico de las implantaciones locales de grandes compañías multinacionales o transnacionales. Las estadísticas de las Naciones Unidas demuestran que, en 1975, casi un 30% de las inversiones realizadas por estas compañías fueron dirigidas a países en desarrollo; se confirma así que las multinacionales son un factor principal para equilibrar la desigual industrialización en el mundo.

Transferencias de tecnología

En el proceso de la transferencia de tecnología son importantes los siguientes puntos, examinados seguidamente con más detalle:

- el nuevo entorno
- las partes involucradas, esto es, suministrador y receptor de tecnología
- la financiación.

El nuevo entorno

Siempre que se transfiera tecnología de fabricación o servicio, el receptor la utilizará en un entorno de empresa y mercado que en general será diferente al ambiente donde opera el suministrador de aquella tecnología. Hay que considerar con cuidado tales diferencias si se desea que la transferencia tenga éxito: así sucede, por ejemplo, con el volumen de fabricación, la disponibilidad de mano de obra especializada y la idoneidad de las infraestructuras nacionales, cuales son las facilidades de transporte y tele-

comunicaciones. Muchos de estos factores deben estudiarse antes de finalizar todos los detalles del paquete de transferencia, y por supuesto, todavía antes de ello, habría que preguntarse si ese caso particular de transferencia aporta beneficio a las partes involucradas.

Cuando se transfiere tecnología de fabricación, un factor a considerar durante la revisión crítica es el grado de integración local o de contenido local, esto es, la fracción de todo el proceso de producción, la provisión de componentes, etc., que en realidad lleva a cabo el receptor tecnológico u otras compañías locales.

Ciertamente, el coste de fabricación de algunos componentes o subsistemas utilizados en el producto puede depender mucho del volumen de producción. En tales casos, el volumen de venta local puede ser insuficiente para hacer competitivo el coste de fabricación. Si esto ocurre, en el acuerdo de transferencia podrían incluirse cláusulas para que el suministrador venda ciertos componentes o subsistemas al receptor de la tecnología. Esta perspectiva de venta es una buena razón para que el suministrador se preste a la transferencia.

Las partes involucradas

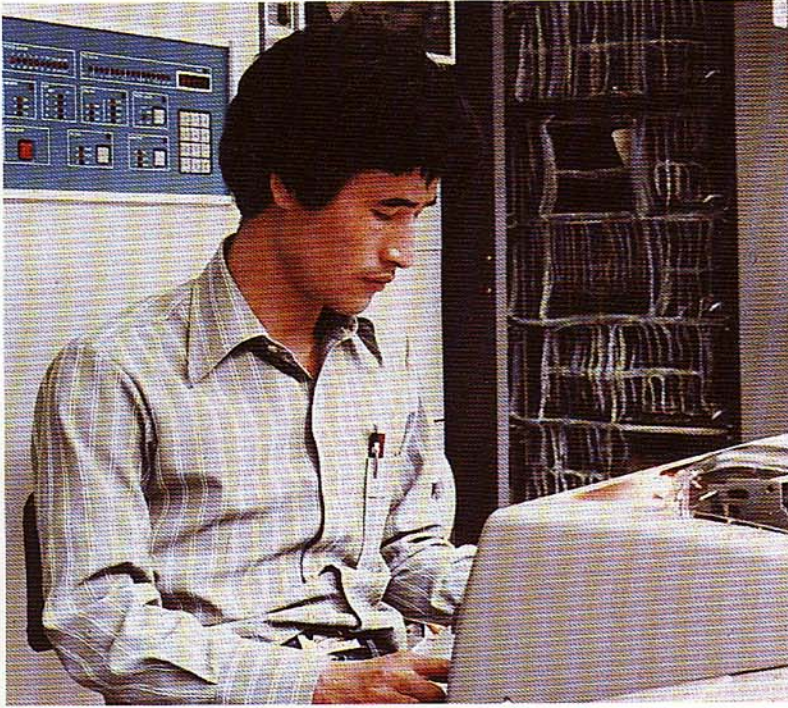
Hay tres relaciones posibles entre el suministrador y el receptor de tecnología. En la primera, la transferencia tiene lugar entre dos subsidiarias de la misma compañía multinacional o transnacional. Esto, en general, es la situación óptima, ya que ambas asociadas probablemente habrán trabajado juntas muchos años, y la transferencia puede ser mera repetición de anteriores proyectos similares. Además, en la mayoría de los casos, la financiación de una transferencia de este tipo no presenta ningún problema.

Una segunda alternativa es que el suministrador y el receptor constituyan una empresa mixta, tal vez con la participación de una o más compañías del país anfitrión. El suministrador transfiere entonces la tecnología de fabricación o servicio a la nueva entidad, la cual se encarga de explotarla y venderla.

La tercera posibilidad es que el suministrador otorgue una licencia a una compañía receptora, llamada licenciataria (ver tabla 3). Además del precio de la transferencia para adquirir tecnología, el receptor pagará un canon al suministrador en base a la venta de los productos.

Financiación

En general, la transferencia de tecnología entre compañías de países industrializados occidentales no plantea ningún problema de financiación. Sin embargo, la situación



El sistema semieletrónico SPC Metaconta ha sido transferido con éxito a varios países.

es muy diferente cuando se trata de países en desarrollo. Realmente, de los 140 países así clasificados, sólo unos 20 han sido capaces de alcanzar el status de país recién industrializado, y esto en parte gracias a la ayuda del mundo mejor situado. El resto de países en desarrollo necesitará un sensible aumento de la ayuda financiera para elevar su nivel de prosperidad.

Como resultado de ello, la mayoría de las operaciones de transferencia tecnológica a tales países requieren que el suministrador de tecnología se encargue de conseguir créditos en divisas. Sin embargo, en algunos casos puede haber en el país receptor parte del dinero total necesario para un proyecto, y sólo la diferencia tendrá que provenir de créditos extranjeros. Dependiendo de la condición económica del país receptor se le podrá conceder un crédito "blando" en condiciones muy liberales, a

un bajo interés y a veces sin ningún tipo de interés, excepto los cargos por el servicio. Cuando los países son de economía saneada se pueden conseguir créditos mixtos, que consisten en una combinación de créditos a interés normal y a bajo interés. Los créditos pueden ser sobre base bilateral o multilateral.

En el caso de un crédito bilateral, el país suministrador aporta fondos específicamente para financiar el proyecto en cuestión. En una situación competitiva, donde varios suministradores ofertan a un mismo proyecto, el país receptor puede tener ya el dinero necesario en forma de ayuda financiera aportada por un consorcio de países desarrollados, lo cual se denomina ayuda multilateral.

Se han creado diversas instituciones financieras con el fin de aportar este tipo de ayuda². Las más importantes son:

- Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo, comúnmente llamado Banco Mundial
- Asociación Internacional para el Desarrollo
- Corporación Internacional de Financiación
- Bancos Regionales para el Desarrollo.

Las funciones de estas organizaciones se describen en la tabla 1. Otras instituciones financieras importantes son el Banco de Exportación-Importación de EE.UU. y el Banco Europeo de Inversiones.

El Banco Mundial concede créditos a los países miembros en términos convencionales, esto es, a un interés normal con vencimientos entre 15 y 30 años. La Asociación Internacional para el Desarrollo da créditos en aquellos casos en que el solicitante no puede obtener fondos de otras fuentes. No se paga ningún tipo de interés, sino sólo un pequeño cargo por el servicio, y el vencimiento del crédito puede dilatarse hasta 50 años.

La tabla 4 da un ejemplo de financiación de proyecto que involucra a la Corporación Privada de Inversiones de Ultramar, al Banco de Exportación-Importación de EE.UU. y al Banco Mundial³.

Tabla 3 – Definición de términos

Patente:	El derecho de propiedad exclusiva de un invento, concedido por un gobierno a una persona u organización por un período de años.
Licencia:	Derecho para dedicarse a determinadas actividades en las que es necesario un permiso. Por ejemplo, el dueño de una patente puede conceder una licencia para fabricar el artículo patentado.
Canon:	Compensación resultante del uso de una patente, copyright u otra propiedad. El canon es, normalmente, un porcentaje del valor de venta de un artículo o servicio.
Precio de transferencia:	El precio al que una firma vende un bien o un servicio desde una división de una firma a otra, o de una subsidiaria a otra.

Tecnología de telecomunicaciones

Los proyectos de telecomunicaciones, esto es, la creación o expansión de la infraestructura de telecomunicación de un país, son normalmente de capital importancia y por tanto requieren considerable esfuerzo, tiempo y dinero. Además, como tales infraestructuras crecen a lo largo de los

años, exigen de modo continuo ingeniería de sistemas, mantenimiento y equipado adicional.

Al mismo tiempo, la importancia de las telecomunicaciones ha ido en aumento, especialmente al aparecer la microelectrónica e introducirse los sistemas de telecomunicación controlados por ordenador. Con la llegada de la transmisión digital, y más recientemente la conmutación digital, ha crecido de modo espectacular la importancia para los gobiernos de tener una moderna infraestructura de telecomunicaciones, hasta el punto de considerar esencial para el futuro tecnológico de muchos países la participación en esta rápida evolución de las telecomunicaciones, bien a través de la compra de tales sistemas o bien mediante una dedicación real a la tecnología. Ha dado un impulso adicional a esta tendencia el convencimiento de que la futura red de telecomunicaciones (RDSI de banda estrecha y banda ancha) será el cimiento de la llamada "era de la información".

Sentada esta base, no sorprenderá que muchos proyectos de telecomunicaciones incluyan no sólo el suministro del equipo y la construcción e instalación de las necesarias infraestructuras, sino además alguna forma de transferencia de la tecnología asociada. Muchos gobiernos piensan que este camino llevará al fortalecimiento de sus industrias electrónicas y orientadas a la información.

Las principales categorías de proyectos de telecomunicaciones son:

- Sistemas de conmutación públicos y redes completas.
- Sistemas públicos de transmisión, que se subdividen en: transmisión por cable

metálico (de pares, coaxial), transmisión por cable de fibra óptica, transmisión por enlaces terrestres de microondas, y redes de microondas por satélite compuestas de equipos de satélite y estaciones terrenas.

- Proyectos de cable, tales como la instalación de redes de cables de abonados, redes de enlace locales, rutas de largo recorrido y cables submarinos.
- Redes públicas de datos, que incluyen redes por conmutación de circuitos, conmutación de paquetes y télex.
- Redes de radiotelefonía móvil (radio celular).
- Redes de telecomunicación rurales.
- Proyectos similares a los arriba mencionados, aunque para compañías públicas de servicios u organizaciones privadas como ferrocarriles, autoridades y bancos. Estas redes de finalidad especial pueden estar basadas en modernos sistemas PABX en vez de conmutadores públicos.
- Suministro de aparatos telefónicos y de pago previo, así como de télex, facsímil, y otros tipos de terminales.

Muchos proyectos pueden también implicar la construcción de edificios, carreteras de acceso, torres de antena, etcétera.

Transferencia de tecnología de telecomunicaciones

Las especificaciones para proyectos de telecomunicaciones que incluyen transferencias de tecnología, son generalmente emitidas por las Administraciones telefónicas, autoridades gubernamentales o grandes organizaciones privadas. Además de describir los requisitos para la entrega directa de equipo por el suministrador original (el que aporta la tecnología), la especificación detallará qué tipo de transferencia del acervo tecnológico desea. La organización a utilizar para la futura actividad de fabricación o servicio puede ser una compañía ya existente en el país anfitrión, que actuará como licenciataria, o bien una nueva compañía (una empresa mixta o una subsidiaria de la casa matriz). Cuando es empresa mixta, tanto el suministrador de tecnología como la Administración receptora suelen tener una parte apreciable del capital de aquélla.

Hace varias décadas, en la era electromecánica, el proveedor del equipo realizaba casi todos los procesos de la fabricación, partiendo de las propias materias primas (acero, cobre, etc.), y pocas veces los componentes se obtenían de fuentes externas. Hoy esta situación ha cambiado totalmente.

Tabla 4 - Ejemplo de financiación de un proyecto

Plan de financiación	
Deuda (60%)	
Gobierno del proveedor (a)	250 millones de dólares
IBRD (b)	50 millones de dólares
OPIC (c)	40 millones de dólares
Banco X (d)	260 millones de dólares
Total	600 millones de dólares
Participaciones (40%)	
Gobierno local	40 millones de dólares
País A	50 millones de dólares
País B	150 millones de dólares
Total	240 millones de dólares
Suma total	840 millones de dólares

(a) EXIM implicado por 120 millones de dólares al 8% a 15 años.

(b) Financiado al 7,5% a 20 años.

(c) Garantía por crédito privado.

(d) Crédito de interés variable.



Los actuales proyectos de transferencia de tecnología van desde la central Sistema 12 (arriba) hasta la avanzada PABX digital 5200 BCS (abajo).

En efecto, la mayoría de los equipos se basan en componentes microelectrónicos de estado sólido, en gran parte disponibles en el mercado y procedentes de proveedores externos. Para el suministrador del equipo, el coste real de mano de obra es sólo una pequeña fracción del coste total del equipo.

Las actividades típicas en la producción de sistemas de telecomunicación modernos son:

- fabricación de armarios, bastidores y cuadros para equipos
- fabricación de una gama de piezas más pequeñas, tales como cajas de plástico

para teléfonos y otros terminales, antenas, y partes de guíasondas

- fabricación de placas de circuito impreso, planos posteriores (con o sin cableado impreso) y cableado de interconexión
- montaje de componentes y operaciones de soldadura asociadas sobre placas de circuito impreso
- ensamblaje, arrollamiento de hilos y cableado de armarios de equipo enteros
- prueba de los equipos a varios niveles (componentes, placas de circuito impreso, cuadros, subsistemas y sistemas completos).

El proceso de fabricación puede comenzar a un nivel más elemental si el suministrador de equipos produce ciertos componentes básicos. Ejemplos son la producción de circuitos integrados de diseño a medida, componentes ópticos, teclados, unidades de pantalla, conectores y cables de fibra óptica, metálicos y submarinos.

Paralelamente a esta jerarquía de niveles de fabricación, existe una gama de actividades de ingeniería:

- investigación y desarrollo, que incluye el diseño del sistema (equipos y programación) y el diseño de circuitos LSI a medida
- ingeniería de sistemas, comprendiendo ingeniería de adaptación al cliente y aplicación, y planificación de redes
- diseño de herramientas informáticas de soporte utilizadas para diseño, ingeniería y prueba de equipos.

Niveles de transferencia de tecnología

Por su propia naturaleza, los proyectos de telecomunicaciones siempre incluyen al menos un pequeño nivel de transferencia de tecnología, incluso si no implican fabricación real. De todas las categorías de proyectos anteriormente citadas, las redes de conmutación públicas son las más complejas. Otros proyectos suelen ser más sencillos.

Sistemas de conmutación

Uno o más de los niveles de tecnología enumerados seguidamente pueden considerarse adecuados para su transferencia⁴:

- operación y mantenimiento de centrales/redes
- instalación y prueba de centrales
- reparación de unidades defectuosas

- tecnología de programación de centrales
- fabricación de equipos de conmutación.

El primero, tercero y parte del cuarto nivel son actividades que normalmente lleva a cabo la Administración. Por el contrario, la fabricación de equipos de conmutación suele realizarla una compañía independiente. Las actividades de instalación, prueba y programación de la central podrían ser efectuadas por una u otra, o incluso dividirse entre ambas.

La tecnología de la programación de centrales presenta una jerarquía de actividades de complejidad creciente, por lo que ha de sopesarse bien la medida en que un receptor de tecnología debería involucrarse en estas actividades. Se pueden distinguir los siguientes niveles de tecnología de programación:

- administración de bases de datos de centrales
- producción de programas genéricos y de bases de datos de centrales
- diseño de programas genéricos
- desarrollo de herramientas soporte de programación.

En la mayoría de los casos la primera actividad corresponderá a la Administración. Según sea el tamaño de la red y la velocidad a la que se expande, y, supuesto que la Administración quiera encargarse de la instalación y prueba de la central, podría también llevar a cabo la segunda actividad. Sin embargo, si el sistema se fabrica localmente, este segundo punto lo atendería la compañía local.

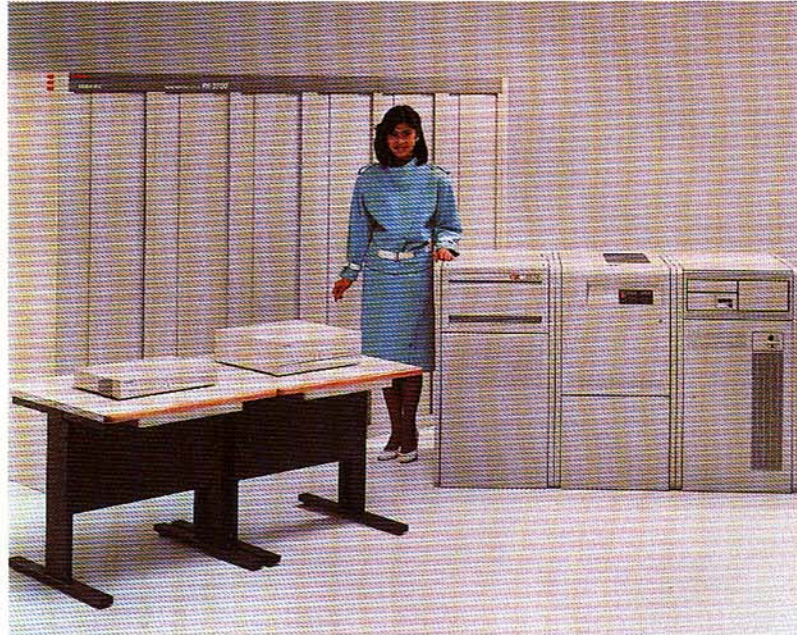
El tercero y cuarto punto requieren una inversión sustancial en equipos y personal especializado. Pasarán varios años desde la transferencia inicial de tecnología hasta que una Administración o compañía local de fabricación pueda seriamente pensar en participar en áreas tan complejas.

En cuanto a la fabricación de equipos de conmutación, su contenido de mano de obra es bastante bajo pues consiste en el montaje y prueba del equipo. Las condiciones en que la fabricación local resulta ventajosa frente a la compra directa, dependen cada vez más del volumen de producción. Aun siendo éste grande, las técnicas modernas de fabricación – incluso las de componentes – no exigen demasiada mano de obra. Por eso es poco realista esperar un aumento importante del empleo local a niveles no especializados o semiespecializados, a menos que se necesite un gran volumen de producción.

También debe advertirse que en todo el mundo los suministradores tradicionales de

telecomunicación han estado afrontando problemas similares. La creciente y fuerte competencia por conseguir una cuota mayor de mercado, y por consiguiente un volumen de producción mayor, origina la conmoción actual en la industria de telecomunicación.

En la creación de productos de telecomunicación se tiende generalmente a dedicar más esfuerzo a la investigación y desarrollo, y menos a la fabricación. El futuro de la



El soporte lógico es parte esencial de muchos productos tecnológicos, e incluso puede constituir lo más importante de una transferencia. La programación de paquetes DPS 1500 se ha transferido a Toshiba (Japón), donde se comercializa como PX 3000.

transferencia de tecnología debería, por lo tanto, contemplarse más en términos de las cuatro primeras áreas de actividad antes mencionadas que en el área de fabricación, a menos que la situación local lo justifique claramente.

No hace falta decir que, a todos los niveles de transferencia de tecnología, es esencial una adecuada preparación del personal local para lograr el éxito.

Experiencia en transferencia de tecnología

A lo largo de los años, las unidades de telecomunicación de ITT han participado en numerosas operaciones de transferencia de tecnología con países de todo el mundo. Estas han cubierto una variada gama de equipos, incluyendo conmutación electromecánica (Rotary, Pentaconta), conmutación semielectrónica SPC (Metaconta), conmutación digital (Sistema 12), multiplex analógicos y digitales y sistemas de transmisión/recepción por cable y microondas,

aparatos de abonado y teléfonos públicos de pago previo.

Además de esto, los centros de formación de ITT instruyen cada año a muchos centenares de ingenieros y técnicos de Administraciones y compañías de fabricación en los diversos aspectos de los equipos de telecomunicación, administración de redes y mantenimiento, así como en técnicas de diseño, pruebas y fabricación.

Hasta el momento, ITT ha entregado aproximadamente 75 millones de líneas de equipos de conmutación telefónicos en numerosos proyectos mundiales. En cada uno de ellos, ITT transfirió un avanzado bagaje tecnológico que variaba entre la simple formación y la fabricación local completa, contribuyendo de este modo al progreso industrial mundial.

El Sistema 12, un conmutador enteramente digital con arquitectura de control distribuido, es el más moderno sistema de conmutación de ITT. Los pedidos conseguidos totalizan 14 millones de líneas, de las que se han entregado ya más de 2 millones. Cerca de 6 millones del número total de líneas serán fabricadas bajo licencia, en virtud de la transferencia de tecnología del Sistema 12 a varios países.

El Sistema 12 se presta a la transferencia tecnológica, pues su arquitectura de control distribuido modular permite configurar la mayoría de las centrales tan sólo con 35 tipos diferentes de placas de circuito impreso, y esto determina que el esfuerzo, coste y complejidad de las pruebas, reparación de placas, almacenamiento de repuestos, fabricación y formación sean mínimos.

Tales características le hacen ser un sistema competitivo durante este periodo crucial de continua agitación entre los suministradores de telecomunicación.

Recientemente, las compañías subsidiarias de ITT en telecomunicación se han unido con Alcatel, compañía dedicada a telecomunicación de la sociedad francesa CGE (Compagnie Générale d'Electricité). Alcatel aporta una notable experiencia adicional en transferencia de tecnología a la nueva Compañía, que es ahora destacadamente el suministrador de tecnología más importante del mundo.

Referencias

- 1 R. F. Bizec: *Les Transferts de Technologie*, Presses Universitaires de France, París 1981.
- 2 K. Hoyle and G. Whitehead: *Money and Banking*, Heinemann, Londres 1982
- 3 R. D. Robinson: *International Business Management*, The Dryden Press, Hinsdale, Illinois 1978.
- 4 Aspectos económicos y técnicos de la elección de sistemas de conmutación telefónica: CCITT, Ginebra, 1981

Renaat Van Malderen nació en Bruselas, en 1935. Se incorporó a BTM en 1958 tras graduarse en la Hogere Technische School de Amberes, en ingeniería eléctrica. Después de trabajar varios años en conmutación totalmente electrónica, pasó a GTE, donde continuó trabajando en desarrollo de sistemas de conmutación SPC. En 1969 obtuvo el MSEE del Illinois Institute of Technology, Chicago, y en 1979 el PhD en ciencias aplicadas por la Universidad de Gante. Posteriormente el Dr. Van Malderen se incorporó a la sede central de ITT Europe en Bruselas, donde en estos momentos se ocupa de la estrategia de productos y mercados para los sistemas de redes públicas.

Transferencia de tecnología del Sistema 12 a la República Popular China

La transferencia de tecnología del Sistema 12 a China es el mayor proyecto de alta tecnología jamás acometido en la historia del país. Ya se ha transferido con éxito la mayor parte de la tecnología, con varias centrales ya en funcionamiento y muchas otras en construcción.

Zhou Huasheng
M. Kerkhofs

Shanghai Bell Telephone Equipment Manufacturing Company, Shanghai, República Popular China.

Introducción

SBTEMC (Shanghai Bell Telephone Equipment Manufacturing Company) se creó en julio de 1983 como empresa mixta entre China National PTIC (Postal and Telecommunications Industry Corporation), BTM (Bell Telephone Manufacturing Company) y el gobierno belga, con el fin de introducir la tecnología del Sistema 12 de conmutación digital en el entorno industrial chino. El acuerdo entre los tres socios dio como resultado la primera empresa de capital mixto en China que involucra tecnología de semiconductores y soporte lógico. Es con mucho la mayor transacción de alta tecnología en la historia del comercio exterior chino.

Edificio de montaje y fabricación de piezas de SBTEMC, punto destacado en Shanghai.



En 1980 BTM estaba convencida de que su tecnología podía transmitirse con éxito a la República Popular China. Los atractivos de un gran mercado local en potencia, suficiente personal capacitado, una política financiera bien concebida y un socio adecuado en la PTIC, que es la empresa de fabricación del Ministerio Chino de Correos y Telecomunicaciones, fueron los elementos clave en la decisión de preparar un contrato de transferencia de tecnología, que resultó ser la primera participación directa importante de BTM en una compañía extranjera, aportando el 30% del capital. Además de esto, la participación en la empresa mixta del gobierno belga con un 10% dio al acuerdo dimensiones de pacto entre naciones.

El contrato se estableció al fin, tras una negociación maratónica de 33 meses. De hecho sólo hubo acuerdo final tras haber los chinos analizado y evaluado cuidadosamente soluciones ofrecidas por otros suministradores, tanto antes de las negociaciones con BTM como paralelamente a las mismas.

Se cree que los elementos siguientes fueron decisivos en la elección de BTM como socio:

- BTM ha suministrado equipos fiables de alta calidad a China durante muchos años. Todavía funcionan en Shanghai equipos "Rotary" suministrados entre 1929 y 1932.
- BTM tiene un largo historial de logradas transferencias de tecnología.
- La participación del gobierno belga hizo que el pacto fuese algo más que un simple acuerdo entre suministradores, y garantizó al socio chino un apoyo fiable en todos los aspectos relacionados con

licencias de exportación y la aprobación del COCOM (comité coordinador para exportaciones a países comunistas).

No obstante, la clave del proyecto fue el apoyo y buena disposición de BTM para transferir a China la tecnología más moderna, incluidas las pastillas LSI del Sistema 12. Es de destacar que ningún otro suministrador estaba dispuesto a ofrecer transferencia de tecnología tan avanzada.

El resultado de este ambicioso proyecto será que SBTEMC realice la ingeniería, produzca, e instale las centrales digitales Sistema 12, convirtiéndose en empresa pionera en la creación de una industria china de alta tecnología. Por esta razón, el socio chino insistió en introducir la última versión del sistema para asegurar a SBTEMC un puesto a la vanguardia de la tecnología de equipos de comunicaciones modernos.

Alcance del contrato

PTIC se encarga de hallar clientes en el mercado nacional dispuestos a contratar con SBTEMC el suministro de centrales Sistema 12. Su contribución fundamental al activo de la empresa mixta consiste en aportar terrenos y edificios. BTM es responsable de proveer la necesaria transferencia de conocimientos, contribuyendo al capital de la compañía con la prestación de diversos servicios, y en particular con la ingeniería de desarrollo en el país. El gobierno belga aporta su contribución en efectivo.

La transferencia de conocimientos y prácticas de BTM a SBTEMC cubre tres áreas principales: ingeniería, fabricación e instalación.

Fabricación

El plan de fabricación contempla tres fases, durante las cuales las instalaciones fabriles y su capacidad alcanzarán pleno desarrollo:

- montaje y pruebas (fase I)
- fabricación de piezas y placas de circuitos impresos (fase II)
- fabricación de circuitos LSI a medida del Sistema 12 (fase III).

La capacidad de producción debería alcanzar 300.000 líneas anuales en 1990.

Fase I

Las actividades de montaje y pruebas se realizan en un edificio existente de PTIC,

anteriormente fábrica de conmutadores de barras cruzadas y ahora totalmente renovado de acuerdo con las exigencias de fabricación del Sistema 12. El personal de oficinas de todos los departamentos, el centro de cálculo y las centrales piloto para la prueba de programas se alojan también en el mismo edificio.

El proceso de fabricación comprende la inspección del material entrante y el montaje y pruebas de cables, paneles posteriores de alambrado, placas de circuito impreso y bastidores. Se emplean máquinas modernas para garantizar la necesaria calidad del producto, que también se asegura cumpliendo las normas siguientes:

- para materiales y componentes sólo se acude a suministradores cualificados
- todo elemento comprado lo examina la inspección de entrada
- hay un puesto de inspección en cada línea de unidades
- se hacen pruebas funcionales de todas las unidades
- a las pruebas finales del sistema sigue un periodo de maduración.

Además se emplean embalajes diseñados especialmente para evitar daños durante el transporte al lugar de instalación.

Aunque se planeó iniciar la fabricación en enero de 1986, las actividades de montaje y pruebas comenzaron con éxito en octubre de 1985. A finales de ese año se habían producido 12.000 líneas, y 66.000 líneas más en 1986.

Fase II

Se está logrando una mayor integración de la producción del Sistema 12 montando un taller para la fabricación de piezas metálicas y de plástico, así como de placas de circuito impreso. El taller dispone de los medios más modernos, incluyendo líneas de recubrimientos galvánicos, tratamiento de aguas residuales y máquinas de inyección de plásticos. Se aloja en un edificio especialmente diseñado, adyacente a la nave de montaje.

A final de 1986 se había terminado la instalación de equipos y realizado las primeras series de prueba. Las primeras piezas fabricadas salieron durante el primer trimestre de 1987.

Fase III

La fase final de la transferencia de tecnología de fabricación, es la producción de pastillas VLSI a medida para el Sistema 12. El plan inicial era fabricarlas en un taller de SBTEMC independiente para este tipo de

pastilla. Sin embargo, los planes para introducir esta avanzadísima tecnología se modificaron después a fin de reducir las inversiones requeridas.

Se espera que en un futuro próximo, SBTEMC participe en una nueva empresa con Shanghai Radio Factory no. 14, que en la actualidad está terminando una fábrica de VLSI CMOS totalmente equipada en el "Caohejing Tecnopolis" de Shanghai, un distrito de la ciudad dedicado a empresas de fabricación de alta tecnología. Bajo este acuerdo SBTEMC introducirá la tecnología VLSI del Sistema 12 proporcionada por BTM, beneficiándose ambos socios de la común inversión

Ingeniería

El primer motivo para transferir conocimientos de ingeniería era la creación de un equipo de ingenieros chinos con capacidad suficiente para realizar la CAE (ingeniería de aplicación para clientes).

En la primera fase de la transferencia, los ingenieros llegaron a dominar las técnicas para la CAE de equipos, lo que permitió preparar las especificaciones de fabricación. En una fase paralela pero más compleja, los ingenieros de programación adquirieron la maestría necesaria para hacer la CAE de programación y producir las cintas de sistema de cada central. La transferencia de conocimientos en estas dos áreas ya se ha completado, y hoy en día SBTEMC dispone de un plantel de ingenieros capaces de realizar por su cuenta la CAE de equipos y programas.

Aunque los acuerdos de la empresa mixta estipulaban que la CDE (ingeniería de desarrollo local) para China debía ser realizada principalmente por ingenieros de BTM, desde el principio un grupo escogido de ingenieros de SBTEMC participa en la CDE. A largo plazo, se considera importante para SBTEMC el ser capaz de proseguir independientemente el desarrollo de la CDE, a fin de que el Sistema 12 pueda avanzar en su integración en la red china.

La realización de las actividades de CAE y CDE en SBTEMC obligó a instalar un centro de ordenadores IBM, lo que representó una considerable transferencia de conocimientos por derecho propio. La prueba de programas in situ exigió establecer una red que sustentara las distintas realizaciones de centrales. El centro de ordenadores enlaza con todas las instalaciones chinas y está conectado a BTM a través de una línea alquilada de transmisión de datos para asegurar un apoyo óptimo a estas funciones.

Instalación

La instalación de más de 40 centrales de conmutación con un total de unas 180.000 líneas en 17 ciudades de China, obligó a tener un grupo de instaladores capaz de recorrer todo el país. Este grupo se ha comportado muy bien en la instalación y prueba de equipos y programación. La primera central de SBTEMC en Hefei (provincia de Anhui) ya acepta tráfico real y se inauguró oficialmente el 15 de diciembre de 1986. Otras centrales se han instalado después o seguirán en breve, en Qingdao, Nanjing, Taiyuan, Zhengzhou, Chengdu, Chongqing, Lianyungang, Pingsu, Shengyang, Beijing y Jiaying.

Medios para la transferencia de tecnología

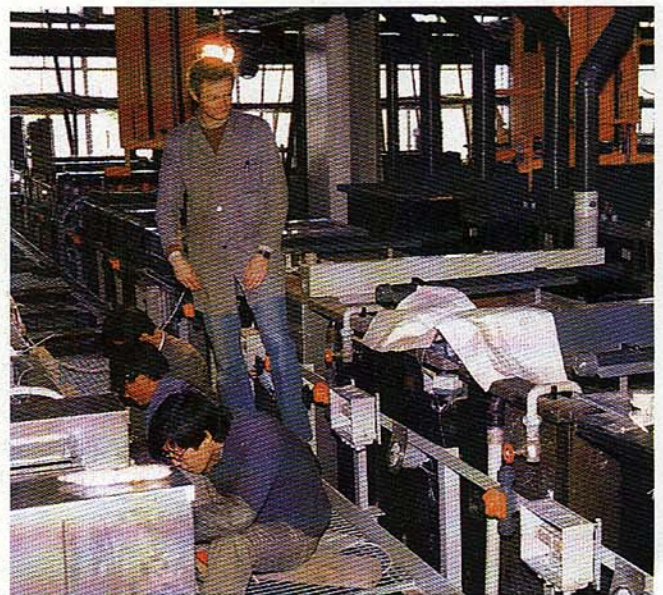
La transferencia a SBTEMC de todos los conocimientos técnicos y de gestión necesarios ha implicado asistencia técnica, participación en la gestión, formación y documentación.

Asistencia técnica y participación en la gestión

Mientras la asistencia técnica se centra en una serie de funciones y tareas específicas relacionadas con equipos y procesos, la participación en la gestión tiene por finalidad introducir gradualmente las técnicas gerenciales obligadas para hacer frente al nuevo entorno industrial chino con respecto a la fabricación del Sistema 12. Como se indica en la tabla 1, BTM ha comisionado cierto número de expertos para prestar apoyo a estas funciones. La participación en la gestión incluye las funciones siguientes: director general, director de ingeniería, director de control de calidad y director de LSI a medida.

Después de un año de funcionamiento, nuestra experiencia indicó que ciertos puestos de asistencia técnica debían integrarse en la organización de SBTEMC. Tales puestos necesitaban estar vinculados a un homólogo chino para reforzar la capacidad gerencial de los departamentos respectivos. Además resultó necesario incluir expertos extranjeros (de BTM) en el departamento financiero de la nueva entidad. Esta reunión "chino-belga" de expertos a todos los niveles de la organización, ha hecho posible continuar desarrollando las aptitudes de las 460 personas que componen la Compañía.

Medios de fabricación y prueba en la fábrica de SBTEMC. De arriba a abajo, son: línea automática de inserción de componentes (izquierda) y línea manual de inserción de componentes (derecha); pruebas en circuito de placas del Sistema 12 (izquierda) y prueba de cableado de bastidores (derecha); prueba funcional de unidades (izquierda) e instalación de la línea de metalizado (derecha).



Formación

Una parte apreciable del personal ha conseguido ya potenciar sus aptitudes hasta alcanzar el nivel técnicamente necesario, tanto para que puedan desempeñar su trabajo como para comprender las exigencias de una nueva estructura organizativa.

El medio fundamental para la transferencia de tecnología en las áreas de ingeniería e instalación fue la instrucción en las aulas de BTM conjugada con la participación en los departamentos operativos de esa firma (ver en la tabla 2 la situación de la formación en ingeniería). En cuanto a fabricación, una parte de la formación se dio en las fábricas de BTM, y otra parte en compañías suministradoras.

Los ingenieros de SBTEMC formados en el extranjero han iniciado, a su vez, cursos de formación en Shanghai transfiriendo los conocimientos adquiridos a otros ingenieros de SBTEMC. Al terminar el plan de formación, la Compañía habrá capacitado a 157 personas, lo que habrá supuesto una participación total de 800 hombres-mes. La mayoría de las personas que recibieron formación se seleccionaron entre candidatos graduados y postgraduados. Aproximadamente el 60% de los ingenieros poseían alguna experiencia práctica antes de ingresar en SBTEMC.

La eficacia de esta transferencia de "saber-hacer" se está evaluando ahora, midiendo cómo realiza su trabajo el personal capacitado al regresar a China. La comparación del rendimiento real de los ingenieros de SBTEMC con el de los ingenieros de BTM en funciones similares, arroja unas relaciones que oscilan entre el 70% y el 100%, lo que es altamente satisfactorio.

Aunque la formación organizada se dirigió a desarrollar aptitudes especializadas, la experiencia enseña que el personal capacitado muestra también suma disposición para autoadaptarse a los métodos de gestión modernos. Esto tiene importancia dentro del contexto de la política promulgada por el gobierno central de la República Popular China, que consiste en introducir una moderna gestión en las empresas nacionales.

Documentación

La transferencia de "saber-hacer" se documenta con toda clase de especificaciones, diagramas de flujo, procedimientos, listados, etcétera, que se facilitan continuamente a SBTEMC. En conjunto, la documentación de fabricación e ingeniería contiene varios cientos de miles de documentos, que se manejan en el centro de documentación de SBTEMC. Todos los relacionados con procesos se han de traducir al chino.



Centro de ordenadores de SBTEMC.

Tabla 1 – Asistencia gerencial y técnica (en hombres-mes)

	Período preparatorio	Año de funcionamiento						Total
		1	2	3	4	5	6 a 13	
Gestion	33	36	42	48	48	48	384	639
Equipo de asistencia técnica								
Fabricación y pruebas	35	86	85	54	15	–	–	275
Ingeniería	15	24	9	–	–	–	–	48
Instalación	–	30	48	18	–	–	–	96
Centro de datos	4	8	–	–	–	–	–	12
Total	87	184	184	120	63	48	384	1070

Tabla 2 – Formación en ingeniería

Actividad en SBTEMC	Formación teórica (1) (hombres-mes)	Trabajo en BTM (hombres-mes)	Número de ingenieros
Programas y circuitos de CAE	5	16	1
Programas de CAE	42	153	16
Circuitos de CAE	7	41	5
Desarrollo del producto	46	47	7
Programas de CDE	7	45	5
Circuitos de CDE	7	9	1
Centro de ordenadores	33(2)	23	9
Apoyo en campo	42	52	6
Documentación	5	12	1
Transmisión	–	18	5
Dirección técnica	6	–	1
Total	200	416	57

(1) Fundamentalmente en BTM
(2) Parcialmente en EE. UU. y Hong Kong

Entorno comercial y económico***Aliento a las inversiones extranjeras***

Tras promulgar en 1979 la ley sobre empresas mixtas chino-extranjeras, el gobierno chino anunció decretos sobre su realización en septiembre de 1983. A fin de mejorar todavía más el marco de las inversiones, de facilitar la absorción de inversiones extranjeras y de introducir tecnología avanzada, el 11 de octubre de 1986 el Consejo de Estado de China promulgó nuevas medidas para alentar las inversiones extranjeras. Casi simultáneamente, el Ayuntamiento de Shanghai anunció medidas aún más favorables para atraer y estimular las inversiones extranjeras en su zona.

De acuerdo con este modo de actuar, a SBTEMC se le ha concedido el título de empresa tecnológicamente avanzada. Ello se traduce en que, como empresa mixta, SBTEMC puede beneficiarse de los siguientes incentivos para inversiones preferentes:

- Solicitar la exención de impuestos comerciales e industriales durante el período de funcionamiento inicial. Los productos de SBTEMC pueden venderse parcialmente en moneda extranjera en el mercado nacional.
- Exención de impuestos durante los dos primeros años con resultados positivos, y la mitad de la tarifa normal del impuesto durante seis años más. SBTEMC también podrá disfrutar de exención de los impuestos locales durante los cinco primeros años en que estos impuestos sean aplicables, y de una reducción del 50% en la tarifa durante los tres años siguientes.
- La distribución de beneficios a los accionistas extranjeros, estará exenta del impuesto de retención de pagos del 10% que se aplica normalmente a las empresas mixtas.
- Como empresa tecnológicamente avanzada, SBTEMC disfruta de prioridad en la obtención de créditos del Banco de China. Las empresas mixtas están asimismo autorizadas a intercambiar entre ellas excesos de moneda extranjera al cambio oficial del mercado.
- Exención de pago de subsidios de alojamiento para sus empleados.
- Reducción de las tasas de uso de terrenos durante tres años.
- Prioridad a las empresas tecnológicamente avanzadas para obtener agua, electricidad, gas, servicios de transporte y facilidades de comunicación que necesitan; las tarifas para estos servicios se

calculan y cargan de acuerdo con las normas para las empresas estatales locales.

- Exención del requisito de licencias de importación para la maquinaria, equipos y materias primas que deban importar las empresas mixtas.

Apoyo específico del gobierno a SBTEMC

El gobierno central de China, el gobierno local de Shanghai y el Ministerio de Correos y Telecomunicaciones han prestado un fuerte apoyo para llevar a cabo el contrato chino-belga.

El Ministerio montó en Shanghai una oficina para ocuparse en exclusiva de los trabajos de construcción, así como de los trabajos de coordinación necesarios. Durante los primeros dos años, se contrataron unos 300 universitarios e ingenieros en distintos puntos, y la nave de montaje entró en servicio tres meses antes de lo planeado.

Con el apoyo del Ministerio, SBTEMC consiguió pedidos de 140.000 líneas de equipos de conmutación. El ministro Yang Taifang ha anunciado un firme apoyo para la aplicación del Sistema 12 a la red existente y la decisión de elegir el Sistema 12 como principal fuente de centrales de control por programa almacenado en China. La tabla 3 resume los actuales contratos de Sistema 12.

El Ministerio de Correos y Telecomunicaciones trabajó intensamente para conseguir de los departamentos gubernamentales pertinentes, los fondos y créditos que



Bastidores del Sistema 12 listos para embalar.

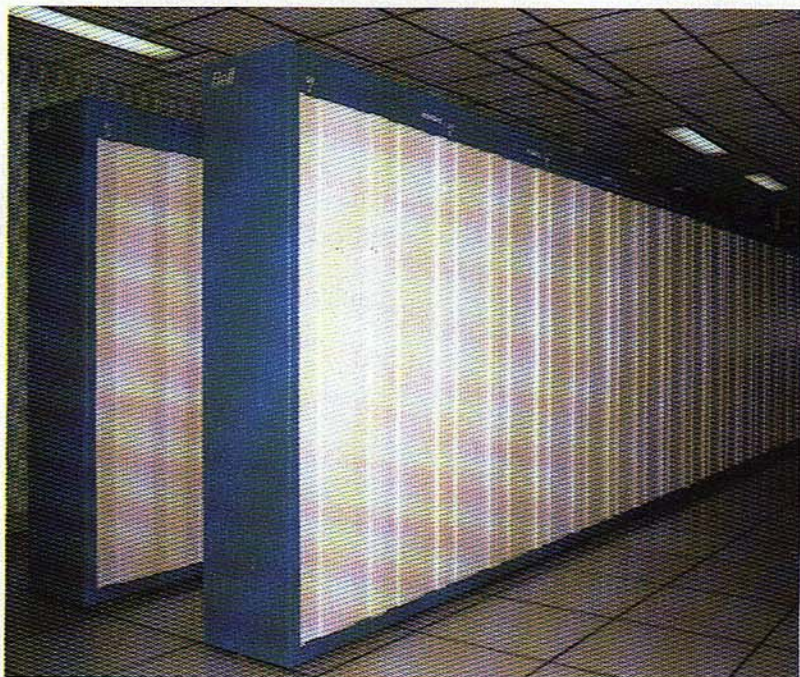
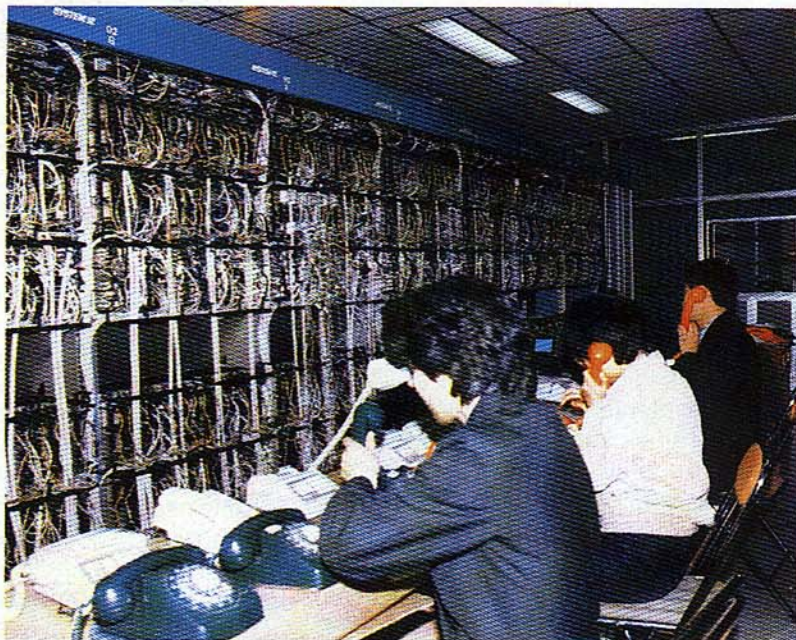
SBTEMC necesitaba. Además, tanto el Ministerio como el gobierno local de Shanghai enviaron a SBTEMC cierto número de ingenieros y expertos cualificados en programación. El gobierno local también ha actuado enérgicamente para promover el aprovisionamiento local, y en particular la cooperación entre SBTEMC y Shanghai Radio Factory no. 14 para llevar a cabo el proyecto de LSI a medida.

De acuerdo con los principios establecidos por el gobierno chino y la ley sobre empresas mixtas chino-extranjeras, habrá una clara separación entre organizaciones gubernamentales y empresas mixtas, lo que concede independencia a estas últimas en sus decisiones. Al gobierno se le pide, a todos los niveles, que garantice y apoye tanto esta autonomía de las empresas con inversión extranjera, como su derecho a una gestión propia, de acuerdo con las prácticas y normas internacionales corrientes. SBTEMC adoptará plenamente un esquema en el que el director general responda ante el Consejo de Directores. De acuerdo con el contrato, el director general deberá consultar los asuntos importantes con los subdirectores generales. Dentro de la empresa mixta, dicho director general tiene amplios poderes y se responsabiliza del funcionamiento diario. La exclusiva responsabilidad del trabajo se subraya con fuerza en la organización.

En la actualidad, la tarea principal es acelerar la transferencia de conocimientos, la construcción y fabricación, para mantener el equilibrio financiero y asegurar la rentabilidad.

Aunque SBTEMC, como muchas otras compañías del país que venden una amplia gama de productos, haya tenido algunos problemas de marketing, el Ministerio de Correos y Telecomunicaciones sigue apoyando a la Compañía y anima a las provincias y ciudades a introducir el Sistema 12 en sus redes. El gobierno ha hecho saber claramente que China es un mercado para centrales de control por programa almacenado y SBTEMC tendrá su cuota de mercado, con la adecuada protección. Recientemente, uno de los miembros del gobierno central señaló que se tomarían medidas especiales para limitar la importación de productos mecánicos y electrónicos, con el fin de proteger la creación de una industria doméstica con equipos y tecnología actualizados. No se permitirá en lo sucesivo importar productos que se puedan fabricar localmente con la misma calidad que en el mercado mundial.

Gracias a la continua reforma económica de largo alcance acometida en China, SBTEMC tiene asegurado un brillante porvenir.



Primera central Sistema 12 que entra en servicio en China, situada en Hefei, provincia de Anhui.

Conclusiones

Si bien la experiencia hasta el momento demuestra que se puede lograr la transferencia de avanzada tecnología y capacidad de fabricación a gran escala, el éxito en la comercialización sigue siendo el principal reto.

Durante la etapa conceptual del proyecto, la política china de "puertas abiertas" estaba en su fase inicial de desarrollo, y el control centralizado sobre la economía planificada seguía siendo bastante conservador. En el último trienio ha habido una

descentralización progresiva, tanto en el poder económico como en la toma de decisiones, combinada con vigorosos intentos por parte de los suministradores extranjeros para vender sus productos en China. Como resultado hubo un brusco incremento de las importaciones, antes de que el gobierno diera normas para asegurar una posición competitiva a las empresas tecnológicamente avanzadas de nueva creación, durante la fase inicial de lanzamiento con altos costes. Las nuevas industrias domésticas afrontan el reto de obtener una penetración de mercado adecuada a niveles de precio aceptables.

SBTEMC confía en que la política industrial del gobierno le permitirá cumplir con su papel de adelantada en la creación de una industria de telecomunicaciones nacional, al mismo tiempo que asegura el éxito comercial del proyecto.

Zhou Huasheng nació en 1924 y estudió en el Instituto de Ingeniería de Telecomunicaciones de China. En 1953 fué nombrado subdirector de la Oficina de Ciencia y Tecnología, Academia de Investigación Científica, Oficina de Construcción de Capital, y Oficina de Suministros del Ministerio de Correos y Telecomunicaciones. También fué secretario general del Instituto de Comunicaciones de China y jefe del Comité Científico de Fibras Ópticas del Estado. Actualmente dirige la Oficina de Construcción de Telecomunicaciones de Shanghai con responsabilidad general sobre el proyecto del Sistema 12 y preside el Consejo de la empresa mixta chino-belga Shanghai Bell Telephone Equipment Manufacturing Company. El Sr. Zhou Huasheng es también director del Instituto Chino de Electrónica y del Instituto Chino de Telecomunicaciones.

Tabla 3 – Contratos de SBTEMC en Sistema 12 (mayo 1987)

	Central	Número de líneas equivalentes
Henan	Zhengzhou*	11.559
Sichuan	Chongqing*	12.679
	Chengdu*	14.156
	Zigong*	7.308
	Yibin, Deyang, Mianyang, Luzhou, Leshan, Neijiang	24.462
Beijing	Lang Fang Oil Field*	3.057
Shanxi	Taiyuan*	13.394
	Pingsu*	3.257
Anhui	Hefei*	12.525
Jiangsu	Nanjing*	17.049
	Lianyungang*	3.762
Shandong	Qingdao*	18.158
Liaoning	Shenyang*	13.270
Zhejiang	Jiaxing (Yangtse Delta)	10.981
Beijing		3.244
Jiangsu	Huaying Corp*	2.649
	Wuxi (Yangtse Delta)	5.097
Total		176.607

* Incluyendo equipo de transmisión.

Maurice Kerkhofs nació en Bélgica en 1946 y se graduó en ingeniería civil por la Universidad de Lovaina. Tras un período como proyectista en una importante empresa de ingeniería en Bruselas, ingresó en BTM, donde comenzó como responsable de los proyectos de fábricas de BTM y llegó a ser jefe de proyectos llave en mano. En 1981 fué nombrado jefe del programa para el proyecto de transmisión nacional en Nigeria, adjudicado a ITT. En 1985 el Sr. Kerkhofs pasó a ser director de los contratos de BTM en China, siendo destinado a Shanghai como Director General de SBTEMC a principios de 1986.

Transferencia de tecnología a Taiwan: del Metaconta 10C al Sistema 12

La transferencia de tecnología es un método eficaz para acelerar el desarrollo industrial de un país. Taiwan International Standard Electronics Limited, empresa mixta fundada en 1973, es un ejemplo acertado de tal procedimiento, habiendo progresado desde ser un receptor de la tecnología del sistema semielectrónico Metaconta 10C hasta participar en el desarrollo del avanzado Sistema 12 de conmutación digital.

Cheng-Wen Cheng

Taiwan International Standard Electronics Limited, Taipei, Taiwan

S. Y. Persson

Alcatel Celwave, Raleigh, North Carolina, Estados Unidos de América

Introducción

En 1973 la DGT (Dirección General de Telecomunicación) en Taiwan propuso a ITT formar una empresa mixta que produjera un avanzado sistema de conmutación electrónica para satisfacer la creciente demanda de servicios telefónicos. Al mismo tiempo, esta empresa tenía que establecer los medios necesarios para atender las futuras exigencias de telecomunicación del país. A

principios del año 1973 se firmó el acuerdo de asociación, y en diciembre del mismo año se formó TAISEL con un 60% de participación de ITT y un 40% de la DGT.

Se eligió el Metaconta 10C* desarrollado por BTM (Bell Telephone Manufacturing Company) de Bélgica como el primer sistema a introducir, debido a sus conocidas prestaciones y avanzada tecnología. BTM se hizo responsable de transferir la tecnología a TAISEL, así como de realizar la necesaria ingeniería de diseño en el país.

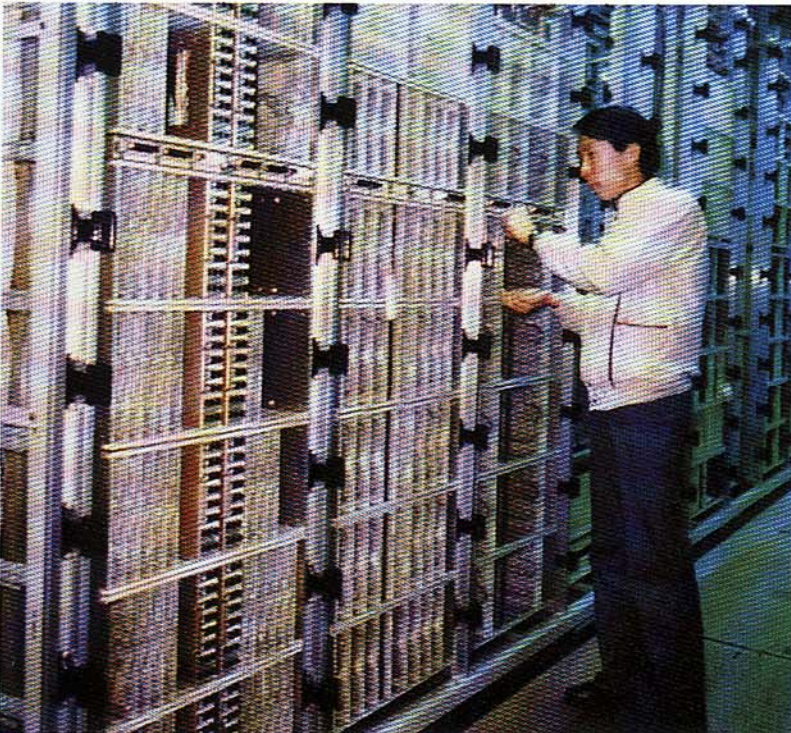
Desde el comienzo, la dirección de ITT comprendió que, para cumplir los objetivos gubernamentales señalados a la empresa mixta y formar una potente base tecnológica local, TAISEL tendría que independizarse y crear los recursos siguientes:

- medios de fabricación local
- suministradores locales capaces de proporcionar componentes y piezas de alta calidad
- capacidad de mercado y desarrollo de nuevos productos.

Paralelamente la dirección de TAISEL admitió que para convertirse en empresa de telecomunicación independiente de alta tecnología, habría que constituir recursos internos en las áreas siguientes:

- tecnología de conmutación, incluyendo sistemas, soportes lógico y físico, y diseño de equipos
- operación, mantenimiento y pruebas

Central instalada
Metaconta 10CN.



* Marca registrada del Sistema ITT

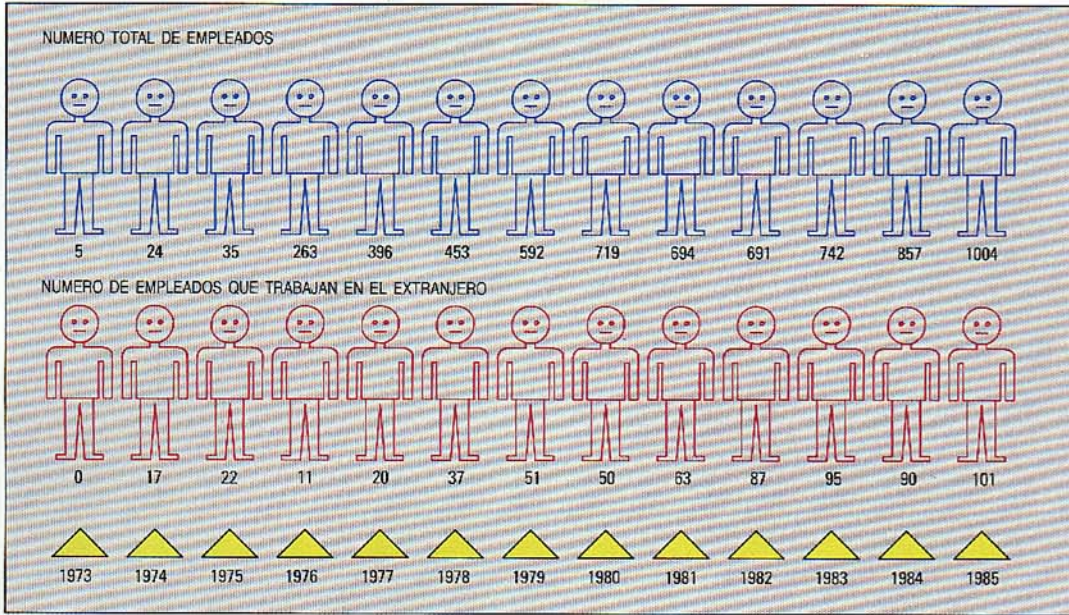


Figura 1
Cantidad total de empleados y número de ellos que trabajan en otros países.

- tecnología de transmisión
- fabricación, aseguramiento de la calidad, y pruebas de producción
- ingeniería de componentes
- gestión.

Las personas capacitadas son el recurso más valioso de una compañía. Para preparar la transferencia de tecnología de BTM a TAISEL se contrató y envió a BTM un grupo de 24 ingenieros chinos, elegidos con miras a convertir TAISEL en un suministrador de telecomunicaciones en todo su alcance, desde el diseño y la fabricación hasta el control de la calidad. Estos ingenieros se distribuyeron por distintos departamentos, como diseño de equipo físico, diseño de programación, ingeniería de aplicación del cliente, fabricación, instalación, pruebas y control de calidad, durando su adscripción de 12 a 24 meses. A su regreso a Taiwan se iniciaron las actividades de ingeniería y comerciales.

Desde entonces, TAISEL ha continuado los programas de formación de sus ingenieros (Fig. 1); puede verse que el número de personas a capacitar aumentó cuando comenzó a transferirse, en 1978, la tecnología Metaconta 10CN. A partir de 1980 se prosiguió con la formación para el Sistema 12. Mientras tanto, la participación de los empleados de TAISEL ha ido evolucionando. En su primera adscripción a BTM para el Metaconta 10C, fueron estrictamente personal en capacitación con el fin de aprender a ser autónomos en cuanto a ingeniería de aplicación y fabricación. Más tarde pasaron a hacer desarrollos del proyecto Metaconta 10CN bajo la supervisión de BTM, con lo cual se pretendía adquirir capacidad de diseño y establecer en TAISEL

las necesarias herramientas de soporte al desarrollo de programación. El objetivo se logró, y a partir del regreso del grupo todo el

URA Metaconta 10CN en contenedor.



soporte y mejoras en el país corrieron a cargo del personal de TAISEL en Taiwan.

En el caso del Sistema 12, después de un adiestramiento práctico inicial en BTM, los ingenieros de TAISEL acometieron trabajos de CDE (ingeniería de diseño del cliente) y de desarrollo genérico, tanto en BTM como en Taiwan, encuadrados en el equipo internacional.

Capacidad de producción

La construcción de la factoría para el sistema Metaconta 10C finalizó en junio de 1976, e inmediatamente comenzaron las actividades de ensamblaje y fabricación. Al año siguiente ITT Telecom (EE.UU.) transfirió a TAISEL los conocimientos y métodos de los grupos de canales MIC D3 y los repetidores T1, y se inició su producción. En 1978 se fabricó con éxito en TAISEL el controlador del Metaconta 10C, el ordenador de 16 bits ITT 1602. Poco después TAISEL comenzó a fabricar la versión mejorada Metaconta 10CN, y en soporte de ella inició la producción del punto de cruce por relé sellado, con un equipo comprado a Standard Telephones and Cables del Reino Unido. En 1982, se empezó a fabricar un grupo de canales D4 de bajo coste, desarrollado localmente. Más recientemente se añadieron instalaciones para híbridos de película gruesa, preparando la introducción del Sistema 12.

La factoría se amplió en 1979 y 1982, y ocupa actualmente una superficie de 10.800 m².

Apoyo a la industria local de componentes

La dirección de TAISEL comprendió pronto que era necesario el aprovisionamiento local de componentes, para minimizar costes y evitar los altos derechos de importación. Sin embargo, el logro de ese objetivo exigiría ayudar a los proveedores locales en la mejora de sus instalaciones para cumplir los requisitos de calidad y coste marcados por TAISEL.

En 1976, al comienzo de los trabajos, la industria de Taiwan iniciaba su expansión y no había una industria de componentes bien desarrollada. Por esta razón, TAISEL introdujo una gama de nuevas tecnologías en los suministradores locales, entre ellas la de producción a escala industrial de placas de circuito impreso de doble cara y un proceso vertical de moldeo por inyección de plástico. Como resultado, muchos de los proveedores de TAISEL han llegado a ser

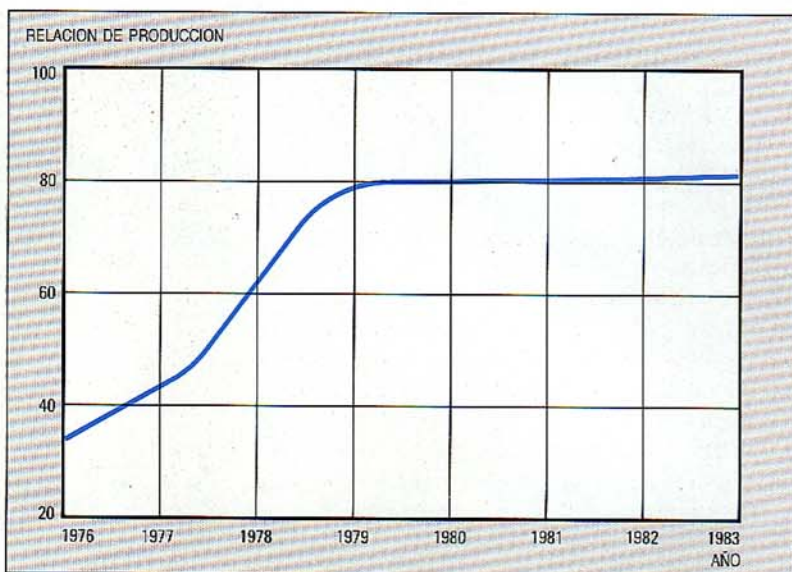


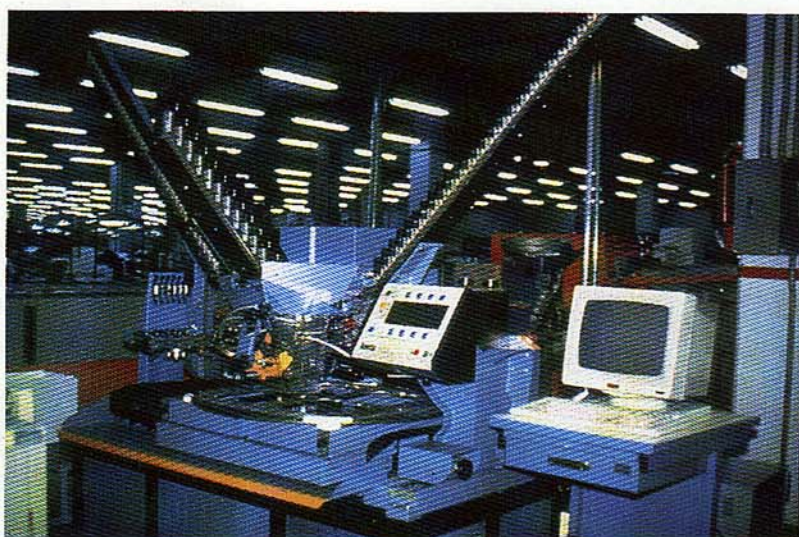
Figura 2
Contenido local de la producción de equipos Metaconta 10C/10CN entre 1976 y 1983.

destacados suministradores de circuitos impresos a las grandes compañías de ordenadores y electrónica.

Análogamente, en 1977 y 1978 TAISEL comenzó a proveerse localmente de circuitos híbridos de película gruesa y relés de conmutación de mercurio. En 1982, empezó a trabajar para ERSO (Organización de Desarrollo y Servicios Electrónicos), en una instalación para diseñar y producir circuitos integrados a medida patrocinada por el Gobierno. Dos años después ya se producían localmente placas de circuito impreso multicapa, y al siguiente año se acometieron nuevos trabajos con ERSO en la producción de VLSI a medida para el Sistema 12.

Todos estos proyectos beneficiaron tanto a TAISEL como a los suministradores locales. La figura 2 muestra el rápido aumento de la relación de participación local del Metaconta 10C/10CN entre 1976 y 1983,

Equipo automático para la inserción de circuitos integrados.



resultado de esta asociación. A causa del veloz crecimiento del contenido local, TAISEL ha podido conseguir tanto el objetivo de coste impuesto por la DGT como el de beneficios fijado por la propia Compañía.

Innovación y desarrollo de nuevos productos

La transferencia de tecnología no es sino un medio de establecer una base de tecnología local. Sin embargo, el desarrollo local de productos es esencial para tener una compañía de telecomunicación de alta tecnología y retener al personal capacitado.

TAISEL empezó por la ingeniería de diseño del cliente para modificar o mejorar productos existentes cumpliendo los requisitos locales, técnicos o de costes. En cuanto su capacidad de ingeniería lo permitió, TAISEL se lanzó al desarrollo de productos nuevos. Hoy día los laboratorios de I+D de la Compañía están bien asentados, y en la tabla 1 se indican los desarrollos más importantes de 1979 a 1985, varios de los cuales merecen una mención especial.

URA Metaconta 10CN

En 1983 se desarrolló e introdujo en Taiwan la unidad remota de abonados (URA) Metaconta 10CN, basada en el concentrador de líneas ITT 1218 diseñado por ITT Telecom;



Centro de administración de líneas basado en el sistema ALTA de TAISEL.

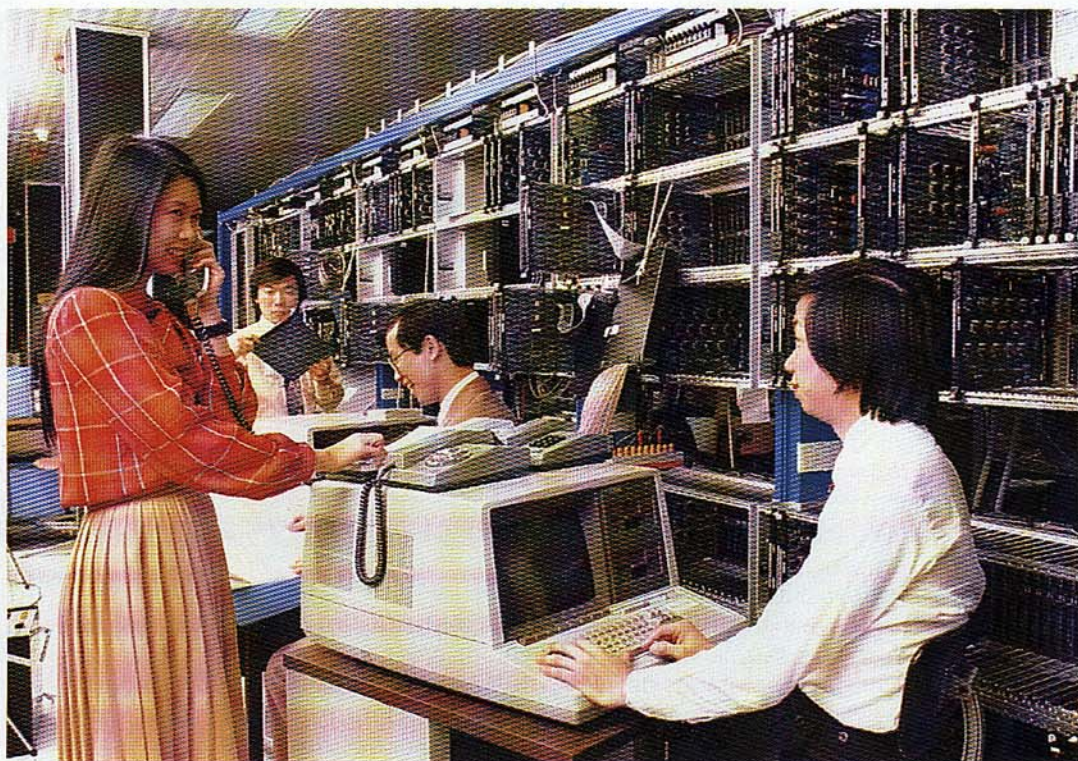
el sistema consta de un máximo de ocho módulos de 512 líneas de abonado por unidad remota. Fue bien acogido por la DGT, particularmente para aplicaciones rurales y suburbanas.

Siendo analógica la conmutación del Metaconta 10CN, a este sistema sólo podría conectarse normalmente un concentrador que operase en modo imagen y que por lo tanto no tuviera interfaz directo con la posición remota. Sin embargo, gracias a sus medios de diseño de grupo de canales D4 unidos a la tecnología del concentrador

Tabla 1 – Principales logros de TAISEL

	Producto	Descripción	Clase de suministro
1979	Sistema automático de pruebas ZAUT-1000	Probador automático de funciones para placas de circuitos impresos digitales, analógicos e híbridos	Doméstico, militar, exportación
1981	Distribuidor automático de llamadas ACD-100	Sistema automático de distribución de llamadas controlado por microprocesador	DGT y exportación
1982	Grupo de canales D4T	Grupo de canales D4 de coste reducido	DGT
	Sistema 1290	Sistema centralizado de mantenimiento y administración	DGT
1983	URA 10CN	Sistema remoto de conmutación digital	DGT y exportación
1984	Módem de 300 baudios	Módem de una sola placa	Exportación
	Sistema de conmutación digital	Sistema 1210	
1985	Sistema automático de prueba y administración de líneas ALTA	Sistema centralizado de prueba y administración de líneas controlado por microprocesador	DGT
	Sistema digital de edición de números DINES	Sistema digital de interceptación	DGT
	BCS 500	Intercomunicador telefónico electrónico a 4 hilos	Doméstico y exportación
1986	Sistema de conmutación digital	Sistema 12	DGT
	Módem de 1200 baudios IspNet	Módem de una sola placa LAN de oficina, con protocolo de comunicación SDL y conversión de protocolo	En desarrollo En desarrollo

Desarrollo del Sistema 12 de TAISEL en laboratorio.



Edificio de la central Ming Chung en Tai Chung, que aloja la primera central Sistema 12 instalada en Taiwan.

ITT 1218, los ingenieros de TAISEL desarrollaron una URA 10CN con interfaz directo al sistema principal. Las tareas esenciales de desarrollo fueron:

- Diseño de un módulo de interfaz directo compuesto de un grupo de canales controlado por microprocesador, un controlador y programas 1218 modificados.
- Desarrollo de programación para que el sistema 10CN pueda tratar el canal común y encaminar tráfico de las líneas concentradas.

Como resultado, la Administración pudo empezar a estructurar la red para un funcionamiento remoto eficaz, asegurando así una transición gradual a la red digital.

Tras su introducción satisfactoria en Taiwan, la URA se llevó a Corea a través de Samsung Semiconductor and Telecommunication, socio de ITT en aquel país. Hasta el momento se han instalado 170.000 líneas URA 10CN en Corea, y 42.000 en Taiwan.

ALTA

El ALTA (sistema automático de pruebas y administración de líneas) es un sistema de prueba de líneas con microprocesadores que incorpora funciones de distribución automática de llamadas, de mantenimiento del sistema y de administración, y un interfaz con una base de datos de abonados externa como soporte del tratamiento de las reclamaciones de los abonados. Su arquitectura distribuida permite un crecimiento gradual. El principio inicial del diseño fue obra común de probadores de DGT e ingenieros de TAISEL, allá por el 1981.

El desarrollo finalizó en 1983, tras lo cual el primer sistema experimental se instaló y



probó en su emplazamiento real. En 1985 se entregó a la DGT el primer sistema, con el fin de atender al tratamiento centralizado de reclamaciones y reemplazar las mesas de pruebas manuales existentes. Actualmente más de 10 centros están instalados y funcionan, y se prevé instalar otros 10.

Sistema 12

En 1980 la DGT acometió la digitalización de la red telefónica de Taiwan, y en respuesta TAISEL definió su propio programa digital. Primeramente inició un programa de desarrollo conjunto con el Telecommunication Technology Center de ITT (Shelton, Connecticut), uniéndose al desarrollo del Sistema 12 de 24 canales norteamericano. Sin embargo, cuando terminó en Norteamérica el proyecto, el programa conjunto pasó a BTM.

TAISEL se encargó del diseño genérico de equipo y programación para los módulos de 24 canales, así como de facilidades para la red de Taiwan. La primera fase del diseño concluyó en 1983, obteniendo un prototipo que daba servicio telefónico en 24 canales; las experiencias en tal prototipo permitieron a TAISEL preparar un plan de desarrollo de la versión 24 canales del Sistema 12, que incluía completar el laboratorio de desarrollo, instalar las herramientas de producción de programas necesarias y preparar la reconversión de la factoría para producir equipos de conmutación digital. El desarrollo final del producto comenzó en cuanto se completaron las instalaciones del laboratorio. En 1984 TAISEL se integró en la red I+D de ITT con enlace directo por ordenador a los centros de diseño de todo el mundo; se le asignó un trabajo de desarrollo genérico en Sistema 12, al tiempo que empezaba a aceptar trabajos de desarrollo de otras casas.

TAISEL ha completado ya el ciclo de desarrollo, que se inició con el prototipo y recorrió todas las fases del diseño del producto: desde especificación hasta diseño de equipos y programas, terminando en la prueba de campo y aceptación por el cliente. La primera central Sistema 12 de fabricación local se ha puesto en servicio oficialmente en Tai Chung, equipada con 18.600 líneas de abonado y 3.300 enlaces, todos con tráfico real.

Desarrollo del mercado y de líneas de productos

El desarrollo de nuevos productos condujo a TAISEL a nuevas áreas de negocio, de tal

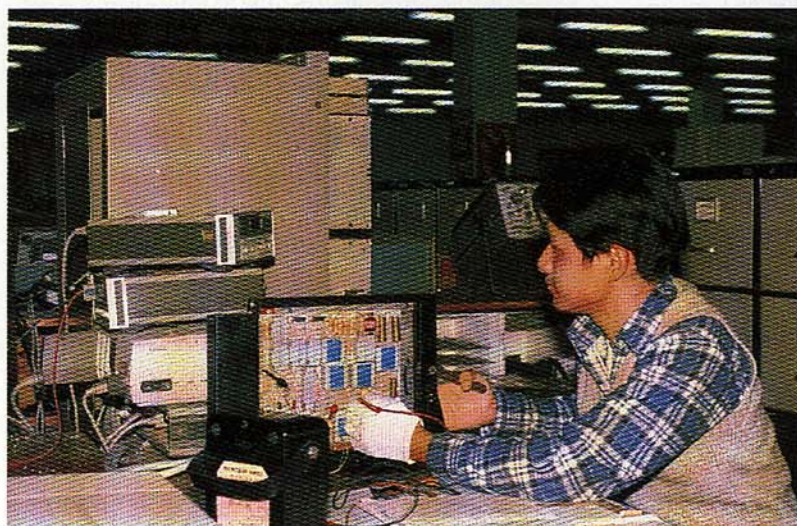
Tabla 2 - Estadísticas de instalaciones Metaconta 10C/10CN

Orden	Tipo	Cantidad total	Capacidad total (en miles de líneas)	Fecha del corte
1°	10C 10CN	1	20	1977
2°	10C 10CN	3	50	1978
3°	10C 10Cn	6	90	1979 y 1980
4°	10C 10CN	6	100	1980 y 1981
5°	10C 10CN	2 6	20 90,128 (modelo TTI)	1981 y 1982
6°	10C 10CN	3 7	30 140	1982 y 1983
10CT	10CN	1	10	1984
7°	10C URA-10CN 10CN	8 6	9,5 58	1984 1984
8°	10C URA-10CN 10CN	12 12	18 106	1985 1985
9°	10C URA-10CN 10CN	14 9	13,9 97	1986 1986
Total	10C 10CN URA-10CN	21 41 34	310 501 42	1977 a 1982 1983 a 1986 1984 a 1986
Total general		96	853	

TTI - Instituto de formación en telecomunicación de la Admin. belga
10CT - versión en remolque

modo que hoy se dedica a cuatro grandes sectores de mercado y ofrece productos de varias líneas diferentes.

Equipos de prueba en el laboratorio I+D de TAISEL.



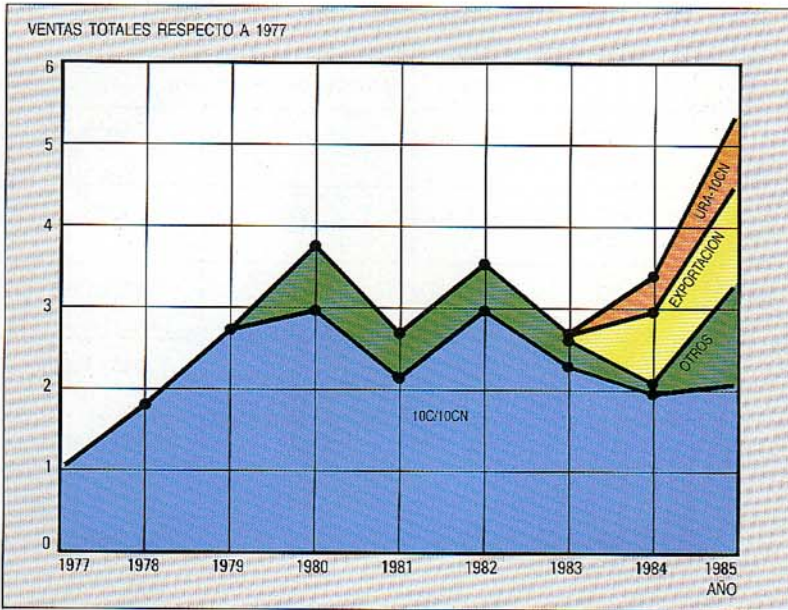


Figura 3
Total de ventas entre 1977 y 1985 mostrando el auge de las exportaciones y de productos que no son de conmutación.

El mercado de telecomunicación tradicional de la DGT sigue siendo el sector dominante. Abarca sistemas de conmutación digital, sistemas de transmisión MIC, y sistemas auxiliares de telecomunicación (sistemas informatizados de soporte/servicio para automatizar la explotación de telecomunicación). ALTA es un producto clave en los sistemas del último tipo; también hay un sistema de edición digital de números para avisos por mensaje grabado y un distribuidor automático de llamadas.

TAISEL exporta cada vez más sus productos, en particular a los Estados Unidos y Corea, ofreciendo sistemas de telecomunicación, subsistemas, conmutadores de relé sellado, circuitos híbridos, y servicios de diseño y ensamblado de tipo OEM (fabricante de equipo original).

En 1983, TAISEL penetró en el sector de las comunicaciones privadas de empresa, y ofrece ahora PABX digitales 5200 y 5500 suministradas por casas ITT (hoy Alcatel) de Europa. Durante los cuatro últimos años se instalaron más de 250 sistemas, y se ha establecido una red de distribución y reparación por toda la isla. Como complemento, TAISEL desarrolló el sistema 500, intercomunicador telefónico a 4 hilos electrónico que se introdujo en 1985.

Para sacar partido de los recursos de ingeniería y de servicio de la Compañía, se definió un cuarto sector de negocio: el de defensa y gobierno. TAISEL está promocionando avanzados productos electrónicos y de sistema en este área.

Conclusiones

Desde que se fundó en 1973, TAISEL ha realizado una gran labor. Primeramente, ha cumplido el objetivo original de suministrar sistemas de conmutación avanzada, impuesto por la DGT. Como indica la tabla 2, la Compañía suministró e instaló 96 centrales Metaconta 10C y 10CN y URA 10CN, por un total de 853.000 líneas.

En segundo lugar, la capacidad de TAISEL en el desarrollo de nuevos productos y negocios se refleja en el mayor ámbito de sus productos. Las ventas de sistemas de conmutación a la DGT (Fig. 3), que en 1979-80 fueron el 100% de los negocios de la Compañía, en 1983 representaron el 79%, en 1984 el 52%, y en 1985 sólo un 46%. Al mismo tiempo crecen las ventas, aumentando las exportaciones desde un 0% en 1982 hasta un 14% del total de ventas en 1985.

Varios factores contribuyeron a este éxito, entre ellos la política del gobierno de alentar el desarrollo tecnológico de electrónica y de conmutación, y la estrecha cooperación entre la DGT y TAISEL. Otros factores han sido los acuerdos a largo plazo entre ITT y TAISEL para dotar a Taiwán de plenos recursos en electrónica, incluyendo la requerida capacitación del personal y la continua transferencia de tecnología desde las casas ITT del mundo entero, que ha proporcionado a TAISEL todo el necesario "saber-hacer" de tecnología avanzada.

Cheng-Wen Cheng nació en China en 1945. Estudió ingeniería eléctrica en la Iowa State University, donde se graduó PhD en 1973. Trabajó luego algún tiempo en desarrollo de programación en el Western Electric Engineering Research Center y en Bell Telephone Laboratories, antes de ingresar en 1977 en el Telecommunication Technology Center de ITT. El Sr. Cheng fue transferido a TAISEL en 1981, y comenzó a trabajar en BTM en la transferencia de tecnología del Sistema 12 a Taiwán. Al final de 1982 volvió a Taiwán, y desde entonces es vicepresidente de mercados de TAISEL.

Stig Y. Persson nació en Suecia en 1941. Estudió ingeniería eléctrica en el Instituto Tecnológico Chalmers de Gotemburgo, donde se graduó en 1967. Tras ocupar diversos puestos de ingeniería y gestión en L. M. Ericsson y North Electric, entró en ITT como jefe de definición de sistema para el Sistema 12. En 1981 fue nombrado vicepresidente y director de ingeniería de TAISEL. El Sr. Persson volvió a Estados Unidos en 1986, como vicepresidente y director técnico de ITT Telecom (hoy parte de Alcatel NV) en Raleigh, North Carolina.

Telecomunicaciones en Turquía: Sistema 12 y otros productos

Las telecomunicaciones en Turquía han evolucionado desde los sistemas electromecánicos de transmisión telegráfica del siglo pasado hasta los modernos sistemas digitales de conmutación y transmisión. Los principales avances fueron la fundación de PTT ARLA en 1967 y, por iniciativa de la Administración turca, el establecimiento de TELETAS, que ha negociado acuerdos de licencia para diversos productos y ha formado una empresa mixta con Bell Telephone Manufacturing Company.

M. Nollet

W. Spiessens

Bell Telephone Manufacturing Company,
Amberes, Bélgica

D. Öcal

TELETAS, Estambul, Turquía

Introducción

Turquía tiene una superficie de unos 780.000 km² y una población de 50 millones de personas, que crece anualmente el 2,5%. Su densidad telefónica actual es sólo de unos 5 teléfonos por cada 100 habitantes, que dista mucho de ser adecuada para sustentar su futura expansión e industrialización. A la vista de los ambiciosos planes del gobierno en materia económica, se ha concedido la máxima prioridad a la mejora de la red nacional de telecomunicaciones. Para conseguirlo, las autoridades han

potenciado las inversiones extranjeras, las empresas mixtas y los acuerdos de licencias.

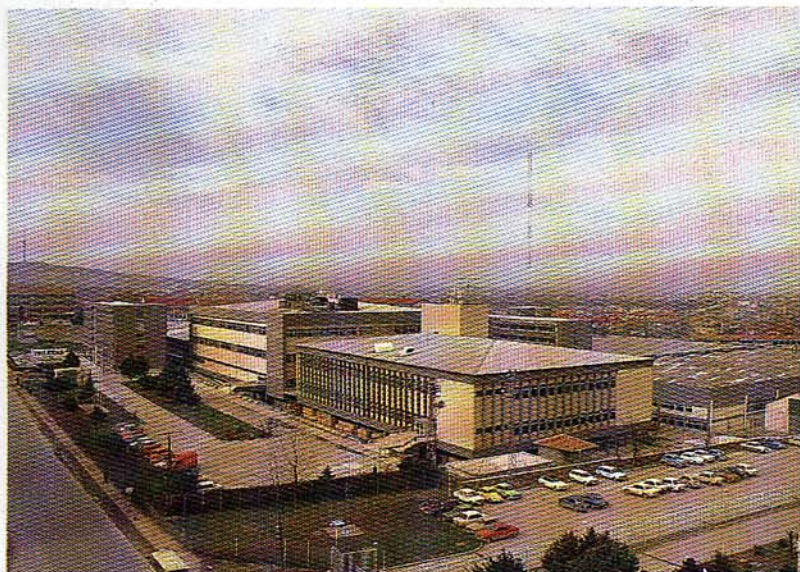
El plan maestro decenal 1984/94 de la Administración prevé un aumento cercano a 1.000.000 de líneas en 1987, y otras tantas en los años siguientes.

Historia de la telecomunicación en Turquía

Desde la aparición de la telegrafía, Turquía ha deseado crear su propia industria de fabricación de equipos de comunicaciones para atender sus necesidades en tal materia. La telegrafía se introdujo en el país en 1855, y a comienzos de la década de 1860 se había construido una amplia red telegráfica sobre hilo desnudo que conectaba casi todas las ciudades importantes de Turquía con la red europea.

En 1867, la Administración (entonces sólo Correos y Telégrafos) puso en explotación una fábrica para diseñar, desarrollar y producir equipos electromecánicos de telegrafía, la cual instaló satisfactoriamente en la red de Turquía los equipos más modernos disponibles en ese momento. Por desgracia y a pesar de los premios internacionales obtenidos por sus logros, la Compañía se disolvió al aparecer los sistemas electrónicos de comunicación ya que no pudo competir con esa tecnología.

Fábrica de TELETAS
en Estambul.



Un siglo más tarde, en 1967, confiando en unos pocos ingenieros capaces y con visión de futuro, la Administración creó la "Fábrica y Laboratorios de equipo electrónico de comunicaciones del PTT" que vino a llamarse PTTARLA. Esta institución de investigación y desarrollo, ubicada en Estambul, pertenecía enteramente a la Administración, y en breve tiempo fue capaz de diseñar, desarrollar y fabricar todos los niveles jerárquicos de equipos múltiplex analógicos hasta los de 2700 canales telefónicos, equipos múltiplex telegráficos de frecuencia vocal, y más recientemente equipos MIC de 2 Mbit/s, múltiplex telegráficos digitales y módems de datos, cumpliendo todos ellos las recomendaciones del CCITT. PTTARLA empezó ya en 1971 a suministrar equipo múltiplex analógico a la Administración.

No obstante, como PTTARLA pertenecía a la Administración, le suministraba los productos al precio de coste, con la grave desventaja de limitar la iniciativa, el dinamismo y el potencial expensor para aprovechar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones. A causa de ello, con ayuda de la Administración y en línea con la política del gobierno, PTTARLA se privatizó en 1983 y pasó a llamarse TELETAS (Telekomünikasyon Endüstri Ticaret AS - Industria y Comercio de Telecomunicación). Naturalmente, en lo sucesivo TELETAS habría de modernizar la red turca de telecomunicaciones, utilizando las más avanzadas tecnologías. Fue criterio básico que si estas tecnologías no podían adquirirse a tiempo en el país, tendrían que ser transferidas desde otras fuentes mediante acuerdos de licencias y de empresas mixtas con compañías internacionales acreditadas y experimentadas.

BTM como licenciadore en Turquía

En junio de 1979, la Administración y BTM firmaron un contrato para el suministro y licencia de equipos de radioenlace por microondas, el cual cubría la transferencia a PTTARLA de toda la tecnología asociada. El acuerdo era importante por ser el primero que se establecía con BTM, y suponía también la primera transferencia de tecnología de transmisión.

La ejecución con éxito de este proyecto y el clima de cooperación y mutuo respeto que creó, influyeron mucho en la elección de BTM como suministrador y licenciadore en Turquía de equipos para centrales telefónicas digitales.

En efecto, la Administración solicitó ofertas a ocho fabricantes de centrales telefóni-

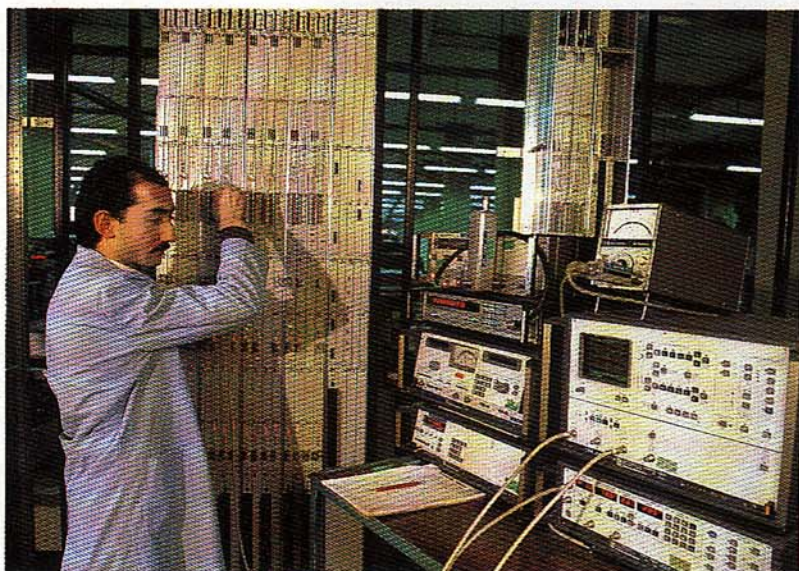
cas digitales con el fin de seleccionar una compañía que suministrara el equipo adecuado, accediera a acuerdos de licencias con TELETAS y participara en una empresa mixta. Todas las ofertas fueron evaluadas exhaustivamente, y un grupo de expertos estudió las diversas tecnologías de centrales digitales y los medios de investigación y desarrollo de los ofertantes, visitando sus fábricas y centros de investigación.

Finalmente, la Administración y TELETAS seleccionaron conjuntamente la central digital Sistema 12 como la más adecuada para la futura expansión y evolución de la red nacional de telecomunicaciones. En consecuencia, en julio de 1984 se firmó con BTM un acuerdo de licencias para una serie de productos, y en noviembre del mismo año se concluyó un acuerdo para la creación de una empresa mixta.

La elección de suministrador se basó en la evaluación de los siguientes factores:

- Probada experiencia en transferencia de conocimientos y métodos sobre una gama de productos en diferentes circunstancias. En especial, esto implicaba que el suministrador hubiera cumplido los compromisos acordados, y dado soporte a los licenciarios hasta la finalización del proyecto, a su entera satisfacción.
- Disposición a transferir todo el "saber-hacer" del producto.
- Capacidad de suministrar toda la documentación, formación y asistencia técnica necesarias. La documentación había de ser completa, estructurada, escrita en un lenguaje aceptable y actualizada regularmente. La formación se impartiría en un centro del suministrador dotado de medios modernos, con el auxilio de la

Prueba final del equipo de radioenlace digital de 34 Mbit/s.





Modelo de prueba y central educativa del Sistema 12.

adecuada documentación y por instructores cualificados con dedicación plena. En el área de asistencia técnica, debería poseer un grupo de técnicos y gestores capaces de transmitir su saber y experiencia al personal en las dependencias del licenciatario.

- Una estructura capaz de prestar pleno apoyo al licenciatario y al grupo de asistencia técnica. Esto obliga a una organización de soporte independiente con autoridad para planificar, coordinar y perseguir todas las acciones que garantizan una transferencia satisfactoria.
- Disposición a participar en una industria nacional como socio de una empresa mixta, mostrando así su confianza en el licenciatario, en el país y en sus propios planes de transferencia.

Los logros de BTM en el campo de la transferencia de tecnología, que se remontan al siglo pasado, prueban que la Compañía puede satisfacer todos estos requisitos. La Administración turca y TELETAS comprendieron que dicha experiencia era esencial para el éxito de su ambicioso proyecto.

Proyectos de telecomunicación en Turquía

Como ya se ha mencionado, la Administración turca, TELETAS y BTM firmaron en 1984 tres acuerdos: un acuerdo de licencias, un contrato de suministro y un acuerdo de creación de empresa mixta.

Acuerdo de licencias

La parte fundamental de este acuerdo cubría los derechos de licencias y la transferencia de tecnología de ingeniería, fabricación e instalación del Sistema 12 de conmutación digital, hasta una capacidad de 500.000 líneas/año. Además, el acuerdo cubría también la transferencia de tecnología de multiplex digitales de 140 Mbit/s y de aparatos telefónicos de abonado y de pago previo. Para asegurar una larga cooperación entre las partes involucradas, el acuerdo incluía la posibilidad de extenderla en el futuro a otros productos: radioenlaces digitales (34 y 140 Mbit/s), equipos de alimentación, y equipos digitales de línea para cables coaxiales. Poco después de entrar en vigor el acuerdo, se incluyeron los

equipos de radioenlace digital en la lista de productos iniciales.

Este era un programa muy ambicioso, en especial porque se fijaba un tiempo relativamente corto para transferir el "saber-hacer" de todos estos productos, con el fin de poder iniciar pronto la producción. Además había un alto contenido local especificado, incluso al principio, pretendiendo conseguir un nivel final del 100% de las actividades de BTM. Para ello se ha constituido un centro de cálculo dedicado a elaborar la programación, un centro de I+D, un centro de servicios y un departamento de instalaciones, además de crear los necesarios medios avanzados de producción y de prueba.

Más de 100 ingenieros y técnicos de TELETAS fueron capacitados en BTM, con un trabajo total que puede cifrarse en unos 470 hombres-mes. Actualmente, un grupo de expertos de BTM están proporcionando una asistencia técnica "in-situ" evaluada en 243 hombres-mes.

La necesidad de una inmediata expansión de la red de telecomunicaciones decidió a la Administración turca a ampliar el ya de por sí ambicioso plan inicial. Esto se logró mediante el suministro por BTM de 215.000 líneas adicionales y revisando al alza los planes de producción de líneas Sistema 12 de TELETAS para los años 1986 a 1991; se prevén así 114.000 líneas en 1986, 476.000 en 1987, y 500.000 líneas por cada sucesivo año. En 1986, TELETAS consiguió la cifra proyectada en 9 meses, y se espera que tanto TELETAS como BTM sean capaces de cumplir los objetivos del plan revisado.

Contrato de suministro

El contrato firmado en julio de 1984, cubría el suministro directo de 97.000 líneas y 15.000 enlaces de equipo del Sistema 12. Además incluía la formación de personal de mantenimiento y operaciones de la Administración, y el suministro de piezas y componentes de los diversos productos durante un periodo de cinco años que permitiera a TELETAS producir las cantidades de equipo señaladas en el acuerdo.

En 1985 y 1986 se firmaron nuevos contratos y ampliaciones para complementar la producción de TELETAS durante el periodo inicial, que fundamentalmente cubrieron el suministro de 215.000 líneas adicionales del Sistema 12, material para ampliar el programa de producción de TELETAS, equipos de alimentación en CC para 62 centrales, y multiplex digitales de 34 y 140 Mbit/s.

Durante 1985 y 1986 se impartieron unos 280 hombres-mes de formación a personal de mantenimiento y de operaciones de la Administración turca.

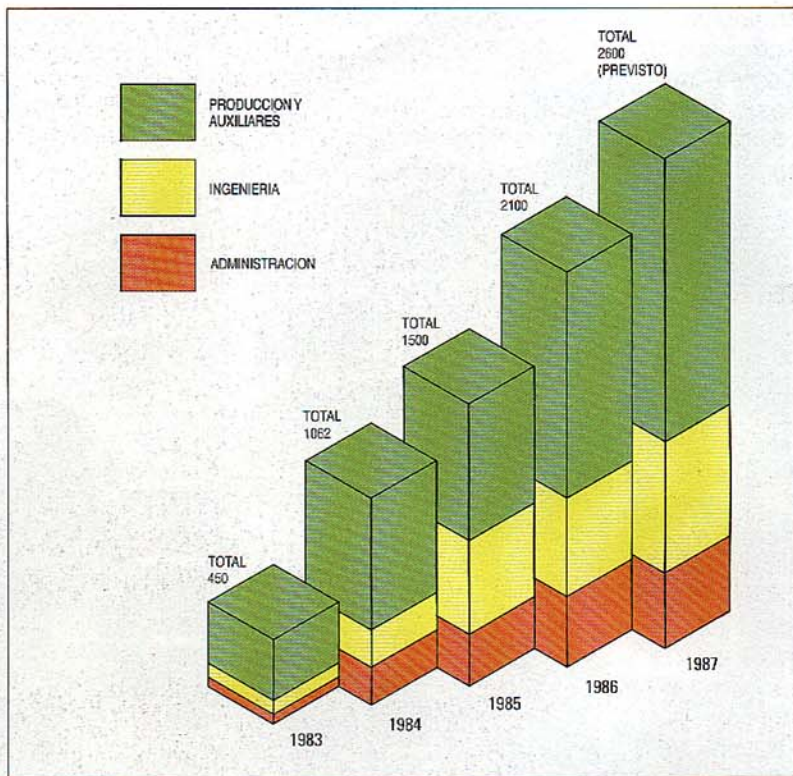
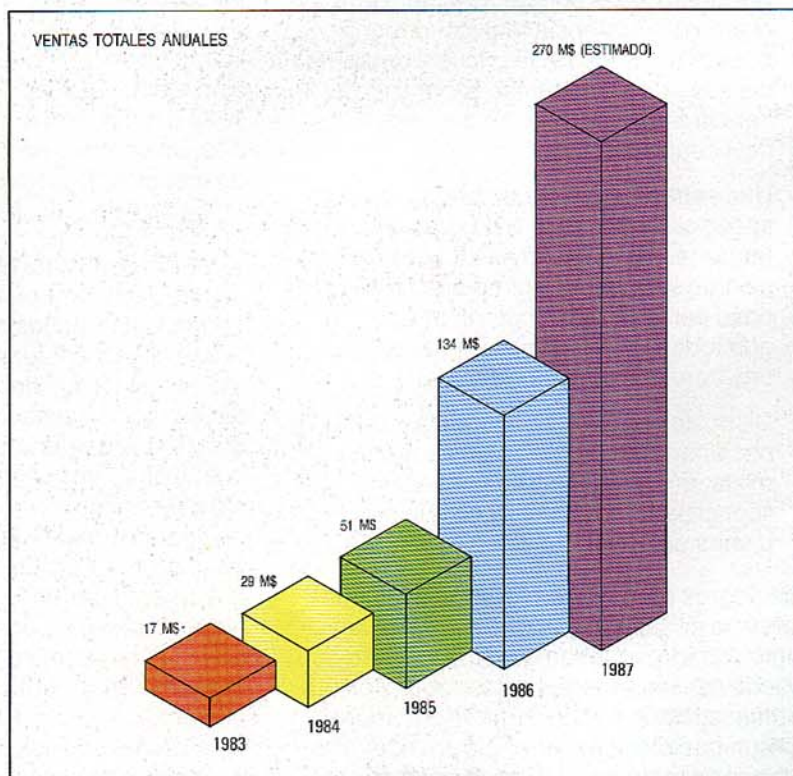


Figura 1
Aumento del personal en los últimos cinco años, divididos en áreas de producción, ingeniería y administrativa.

Establecimiento de una empresa mixta

Este acuerdo concedía a BTM una participación del 39% en TELETAS, lo cual se llevó a efecto comprando BTM el 39% de las acciones entonces existentes. Los accionistas aportaron capital adicional en julio de 1986. La contribución de BTM vino en forma de

Figura 2
Incremento de ventas totales por año de 1983 a 1987 (millones dólares EE.UU.).



equipo de producción, mientras que la Administración, que posee el 40% de la Compañía, aportaba máquinas y locales. Los otros accionistas (inversores semipúblicos con un 14% y privados con el 7%) aportaron dinero en efectivo.

TELETAS hoy

En un plazo muy corto, TELETAS se ha convertido en la principal empresa de telecomunicaciones de Turquía, dedicada a la investigación, desarrollo, producción y servicio postventa de una gama completa de equipos de telecomunicación. Actualmente cuenta con una plantilla de 2100 personas, incluyendo 350 ingenieros y 200 técnicos cualificados. Casi 100 ingenieros y científicos se dedican a actividades de investigación y desarrollo. En la figura 1 se aprecia la expansión de la plantilla desde 1983, así como la previsión para 1987.

Las modernas instalaciones de producción y pruebas son aptas para una fabricación eficaz de los diferentes productos hasta el máximo nivel de integración local. La mayoría de las instalaciones referidas se definieron en colaboración con BTM, quien suministró un porcentaje importante de las mismas como parte de la empresa mixta. El laboratorio de I + D presta apoyo a todos los aspectos de la producción, tanto en sus propios programas de I + D como en el contexto de transferencia de tecnología desde otras compañías.

TELETAS posee ahora un edificio con una superficie construida de 35.000 m², y una nueva planta de 25.000 m² estará terminada a mediados de 1988. Las ventas totales de todos los productos han aumentado desde 1984 en más de 100 millones de dólares, y se estima que superarán los 270 millones en 1987 (Fig. 2).

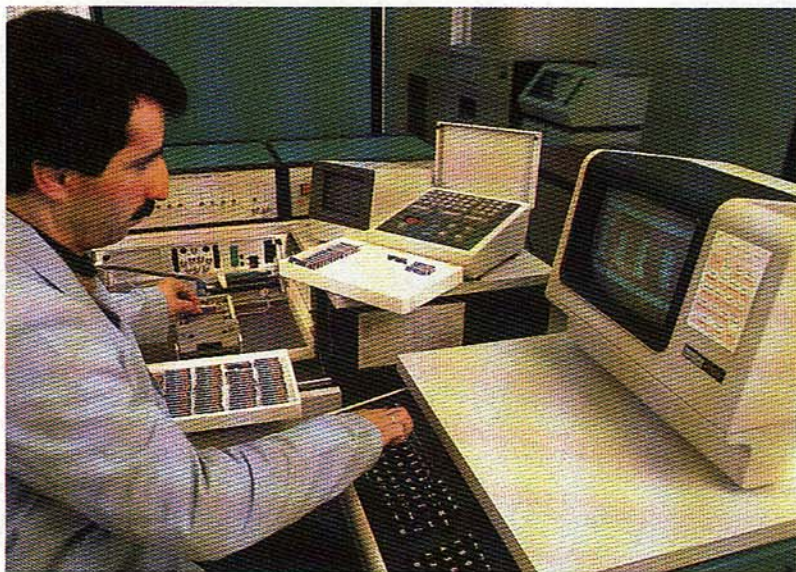
TELETAS, basando sus actividades en tecnologías avanzadas, es el único fabricante en Turquía de una gama completa de equipos de transmisión, y desde principios de 1986 fabrica también centrales digitales Sistema 12. A finales de 1986, entraron en servicio en Izmir dos centrales Sistema 12 de 10.000 líneas cada una, montadas y probadas en el país. Esto fue un logro importante para la Compañía por ser los primeros equipos de conmutación que instalaba.

Una vez adquirida experiencia en conmutación y en transmisión, TELETAS se encuentra en sólida posición para formar una red digital completa, con toda la gama de sistemas de transmisión MIC y de fibra óptica entre centrales Sistema 12. La Administración ha encargado ya 1,36 millones de líneas equivalentes de Sistema 12 a entre-

gar a finales de 1988, de las que TELETAS producirá y suministrará 987.000, y BTM proporcionará directamente las 373.000 líneas restantes.

Durante 1987, la fábrica alcanzará una capacidad de producción de al menos 500.000 líneas/año, ya con el nivel final previsto de integración local. Sería posible una mayor capacidad si aumentara la demanda de centrales digitales Sistema 12 en Turquía o en otros países.

La tabla 1 muestra el programa de entregas de centrales locales Sistema 12. Durante 1986 entraron en servicio tres



Prueba final de híbridos para la placa de líneas de abonado Sistema 12.

centrales interurbanas y se esperan dos más para 1987. En la tabla 2 se resumen los principales productos de TELETAS.

Razones del éxito

La transferencia a TELETAS de la tecnología del Sistema 12 y de otras tecnologías de telecomunicaciones ha sido uno de los proyectos más ambiciosos emprendidos por BTM a lo largo de su extensa historia en este campo de actividad. Las principales razones del éxito del proyecto son:

- la larga experiencia de BTM en transferencia de tecnología
- la disponibilidad de personal cualificado en las áreas técnica y gerencial
- la excelente cooperación entre licenciatario y licenciador, basada en anteriores proyectos, y la buena disposición de ambas partes para la mutua comprensión de problemas

- la positiva actitud de TELETAS hacia su papel, reconociendo que la transferencia de tecnología es un proceso bilateral
- planes muy ajustados y un estricto seguimiento a los máximos niveles de dirección
- sólidos equipos de dirección del proyecto por ambas partes.

Apreciando la importancia y envergadura del proyecto, se asignó a un equipo de dirección la tarea de coordinar y llevar a efecto los contratos de suministro, establecer la fábrica, y transferir la tecnología dentro del marco del acuerdo de licencias. No obstante, la responsabilidad primordial de realizar con éxito los diversos trabajos se mantuvo en los departamentos correspondientes (ingeniería, instalaciones, fabricación, formación, compras y entregas, preparación de la fábrica, etc.). Los informes y las reuniones de coordinación aseguran el flujo continuo de información entre ambas partes, que es esencial para la eficaz transferencia del "saber-hacer" técnico. Además, se estableció un enlace de datos entre TELETAS (Estambul), y BTM (Amberes) para que las actualizaciones de los programas se pudieran cursar rápidamente.

A fin de tener una relación eficaz con TELETAS y la Administración, BTM abrió una oficina en Estambul, denominada Bell Telefon Servis Ltd Sti, y una sucursal en Ankara. BTM nombró también un jefe del proyecto en TELETAS para coordinar todos los aspectos de la preparación de la fábrica y señalar cualquier problema de relación con dicha fábrica, además de ser responsable del personal de asistencia técnica. Por añadidura, se ha comisionado un ingeniero residente para coordinar todos los asuntos técnicos entre Administración, TELETAS y BTM.

También se estableció un centro de servicios para ayudar a la introducción del Sistema 12 y mantener todas las centrales al mismo nivel técnico y de operación.

Varias oficinas de ITT apoyan las actividades de las casas subsidiarias en Turquía. ITT IMG posee una oficina principal en Estambul y una sucursal en Ankara. ITT Standard Elektrik ve Telekomunkasyon Ltd tiene también una oficina en Ankara para subcontratar y proporcionar personal de instalaciones a las centrales suministradas por BTM.

Conclusiones

El gobierno de Turquía ha comprendido que aumentar los recursos de telecomunica-

ción es requisito previo para el futuro crecimiento económico e industrialización. En estos casos, la fabricación local de equipos de telecomunicación se considera necesaria para crear un nuevo potencial industrial y reducir la dependencia de equipos importados, además de ahorrar divisas.

Otra razón para dar importancia a la capacidad local de fabricación de equipos de telecomunicación es el uso de un amplio abanico de tecnologías de vanguardia que

Tabla 1 - Entregas de centrales locales del Sistema 12

Año	Suministro directo de BTM	Suministro adicional de BTM*	Suministro directo de TELETAS	Total	
				Líneas	Centrales
1986	30.000	-	20.000	50.000	4
1987	67.000	215.000	378.000	660.000	72
1988	-	-	500.000	500.000	60
Total					
- Líneas	97.000	215.000	898.000	1.210.000	
- Centrales	7	25	104	**	136

* con colaboración de TELETAS

** corresponden a unas 1.360.000 líneas equivalentes

Tabla 2 - Gama de productos de TELETAS

Productos desarrollados por TELETAS

sistemas múltiplex telefónicos analógicos hasta 3600 canales (todas las jerarquías) para líneas de hilo desnudo, pares de cables simétricos, radioenlaces y cables coaxiales

sistemas múltiplex telegráficos de frecuencia vocal

sistemas múltiplex telegráficos digitales de 46 + 1 canales

sistemas múltiplex digitales de 2, 8 y 34 Mbit/s

módems de datos

placas de circuito impreso (de una sola cara, de doble cara y multicapa), y guíasondas de cinta

resistencias de película gruesa y circuitos híbridos

circuitos de película delgada

componentes diversos: guíasondas, filtros de cavidad, bobinas y transformadores

antenas parabólicas y de bocina

Productos fabricados bajo licencia ITT

centrales telefónicas digitales Sistema 12

aparatos telefónicos de pago previo y aparatos telefónicos de abonado

sistemas de radioenlaces digitales de 34 y 140 Mbit/s

sistemas múltiplex digitales de 140 Mbit/s

sistemas de radioenlaces analógicos de 2, 4 y 6 GHz con capacidades de 300 a 1800 canales

Productos de otros licenciadores

sistemas radio de abonados para aplicaciones rurales

teleimpresores electrónicos

equipo de transmisión por fibra óptica

Productos previstos para el próximo futuro

plantas de alimentación en CC

equipo digital de línea para cable coaxial

conectores

cápsulas microfónicas



Máquinas recortadoras por láser para fabricación de circuitos de película gruesa.



Algunas de las instalaciones del laboratorio de acústica de TELETAS.

pueden transvasarse a otros sectores. Esta industria puede crearse a partir de la investigación y el desarrollo locales o mediante transferencia de tecnología desde un suministrador experto. El gobierno turco comprendió que el desarrollo local de un sistema avanzado de conmutación digital hubiera exigido unos recursos humanos y

financieros enormes a lo largo de un considerable periodo de tiempo, corriendo el riesgo de que la tecnología se quedara obsoleta antes poder instalarse las primeras centrales. En consecuencia, eligieron la transferencia de la tecnología relevante desde un suministrador con amplia experiencia, no sólo en la tecnología misma sino además en su transferencia.

La empresa mixta creada por BTM y TELETAS ha demostrado que una transferencia bien planificada y constructiva, basada en una gama de productos avanzados, puede fomentar la tecnología y especialización locales, ayudando así a formar una nueva y próspera organización de alta tecnología con beneficios para las dos partes involucradas, así como para los clientes y la sociedad en su conjunto.

Marcel Nollet nació en Bélgica en 1937. Tras graduarse ingeniero electrónico en 1960, ingresó en 1962 en el departamento de sistemas aeroespaciales y de defensa de BTM. Se dedicó a ingeniería de sistemas para comunicaciones por satélite y al desarrollo de equipos de telemetría, seguimiento y de órdenes, llegando a ser jefe de proyecto y finalmente jefe de ingeniería. En 1981, el Sr. Nollet pasó a ser responsable técnico de la división de sistemas de control y automatización, con dedicación a la automatización postal y bancaria. Desde 1985 dirige el programa de BTM para proyectos de telecomunicaciones en Turquía.

Wim Spiessens nació en Amberes, Bélgica, en 1931. Estudió en la Universidad de Gante donde se graduó ingeniero eléctrico. Ingresó en 1958 en BTM, ocupando los puestos de jefe de fabricación, jefe de planta y jefe de ingeniería industrial en la planta de fabricación de piezas sueltas. En 1970 fue nombrado jefe de los proyectos de fábrica y transferencia de tecnología, responsable de todo lo relacionado con estudios de factibilidad, preparación de propuestas y negociaciones, y de la realización y puesta en marcha de tales proyectos. El Sr. Spiessens es responsable de los proyectos de fábricas de BTM en Yugoslavia, Taiwán, Indonesia, Corea, India, República Popular China, Argentina, Malasia y Turquía.

Durmus Öcal nació en Turquía en 1924. Se graduó Bs en 1951 por la Universidad de Stanford, y en 1952 MS en ingeniería eléctrica por la Universidad de Missouri. Entre 1953 y 1962 trabajó en Ankara con la Administración turca como ingeniero jefe de radioenlaces, y después en el centro técnico SHAPE, en La Haya. El Sr. Öcal ingresó en PTTARLA, Estambul, en 1978 a nivel de director. Desde 1984 trabaja para TELETAS en calidad de consultor con dedicación plena.

Transferencia de tecnología a Corea

Cuando Bell Telephone Manufacturing Company emprendió la transferencia de tecnología de conmutación Metaconta a Corea en 1978, había también que transmitir una serie de tecnologías de componentes relacionadas, y crear el entorno tecnológico adecuado. El éxito de este proyecto resalta por la mayor facilidad con que se asimila la tecnología del Sistema 12, pese a ser mucho más avanzada.

J. Quaeysaegens

Bell Telephone Manufacturing Company,
Amberes, Bélgica

Introducción

De 10 a 15 años acá, ha crecido rápidamente el interés por la transferencia de tecnología en el mercado mundial de la telecomunicación. Hoy, casi sin excepción, sólo es posible exportar sistemas de telecomunicación importantes si, junto con el producto mismo, se ofrece su tecnología. No sólo es esa tecnología lo que importa al receptor del producto, sino también saber cómo usarlo correctamente, y qué puede esperar de él al trabajar en distintos entornos (ej., áreas de fuerte tráfico, zonas rurales). En consecuencia, el proceso real de la transferencia se ha convertido en uno de los aspectos esenciales de cualquier acuerdo que abarque la exportación de equipos de telecomunicación y el "saber-hacer" asociado a ellos.

La transferencia por Bell Telephone Manufacturing Company (BTM) de los sistemas de conmutación METACONTA* y Sistema 12 a Corea son ejemplos válidos de este enfoque, sobre todo por la cantidad de conocimientos prácticos que se transmitieron. En verdad, muchos coreanos que participaron en ella la denominan "transfusión de tecnología".

El entorno

Una transferencia de tecnología sólo arraiga si existe el entorno social, económico y político adecuado en el país del receptor de la misma. Esto sucedía en Corea en la segunda mitad de los 70. La industria y la economía nacional crecían acusadamente y la demanda de teléfonos excedía con mucho a la oferta. Las universidades corea-

nas educaban a suficiente personal especializado, al tiempo que el desarrollo de una industria local de telecomunicación constituía una de las prioridades del gobierno; esto provocó una serie de medidas protectoras de la incipiente industria de telecomunicación, entre las que destacan las siguientes:

- Se constituyó KTC (Korean Telecommunications Company Limited), compañía dedicada a fabricación y suministro de equipos de conmutación. Por ser KTC una compañía estatal, el gobierno coreano conseguía financiación para la inversión en medios de producción y la compra interna inicial de equipos de telecomunicación.
- Se restringió la importación de equipos de telecomunicación terminados, protegiendo a la joven industria de la competencia internacional.
- Se limitó el número de fabricantes locales autorizados a producir equipos de conmutación, para proteger a la industria de una competencia local excesiva.
- Se promulgó la Ley de Estímulo al Capital Extranjero, que exime de impuestos durante cinco años a aquellas compañías que importan capital o tecnología.

Hay que señalar que la industria de telecomunicaciones coreana posee ya una madurez mayor, y el gobierno ha levantado algunas de las medidas proteccionistas para acrecentar la fuerza de la industria, exponiéndola a un entorno más competitivo.

Antecedentes

En los años setenta la red de telecomunicaciones de Corea se componía principal-

* Marca registrada del Sistema ITT.



Vista de la fábrica de Gumi, Corea.

mente de centrales electromecánicas Strowger y EMD, cuyas limitadas posibilidades unidas a su anticuada tecnología las hacía inadecuadas para satisfacer la creciente demanda. Para superar estos problemas, el gobierno coreano decidió introducir tecnología de conmutación con control por programa almacenado en sus redes de telecomunicación urbana y metropolitana. Además, era evidente que al entrar un nuevo sistema y suministrador el entorno sería más competitivo, y esto quizá favorecería en precios al gobierno.

Tras una minuciosa evaluación de los sistemas disponibles por parte de un grupo de trabajo gubernamental, se decidió utilizar el sistema de conmutación Metaconta 10CN que suministra BTM. Desde el principio, sin embargo, las autoridades coreanas aclararon que no iban a satisfacerse con la mera adquisición de medios de copiar la tecnología ya existente, sino que deseaban capacitarse para desarrollar sus propios diseños y mejoras, y prestar un soporte autónomo a la Administración Coreana de Telecomunicaciones (Korean Telecommunication Authority) sin tener que depender del que conceda la licencia.

Transferencia de tecnología Metaconta 10CN

En diciembre de 1977 se firmó un contrato de transferencia a la República de Corea de la tecnología Metaconta 10CN, entre BTM e ITT Industries como licenciadores y KTC como licenciataria. Para satisfacer la

demanda existente y la prevista, se planificó la siguiente capacidad de producción de Metaconta 10CN por parte de KTC:

1979	40.000 líneas
1980	120.000 líneas
1981	210.000 líneas
1982	400.000 líneas
1983	545.000 líneas
1984	660.000 líneas

Además de este plan de producción, también tenía que aumentar año tras año el *nivel de integración*, definido por el Ministerio de Industria y Comercio como la relación entre las compras nacionales y las compras totales. Para lograrlo, se siguió el plan local de integración expuesto en la tabla 1.

El "saber-hacer" se transmite de tres maneras: mediante documentación, forma-

Tabla 1 — Plan de integración de Metaconta 10CN

Actividades	1979	1980	1981	1982
Montaje de bastidores de línea	*****			
Montaje de bastidores de enlaces		*****		
Montaje de otros bastidores			*****	
Montaje de puntos de cruce	*****			
Montaje de placas de líneas		*****		
Montaje de placas de enlaces		*****		
Montaje de placas digitales			*****	
Montaje de placas CPU (100%)				*****
Montaje de CPU (100%)				*****
Montaje de repartidores intermedios	*****			
Montaje de equipos de prueba y mantenimiento			*****	
Prueba de sistema			*****	

ción de personal y asistencia técnica, las tres igualmente importantes e interdependientes.

La documentación abarca no sólo los manuales, documentos para formación y descripción de circuitos y programas, sino también el manejo de los procesos de fabricación. La cronología es de suma importancia en esta transferencia de documentación. Hay que poner gran cuidado en que se entreguen los documentos adecuados en el momento preciso, de modo que no se deteriore el programa de integración local. Otro reto con respecto a la documentación es el mantenerla al día para garantizar la calidad del producto y de su fabricación, y ello se consigue transfiriendo siempre la última edición de todos los documentos.

Además de transferir documentación, se necesita una labor de formación que ayude a los ingenieros del licenciario a asimilar la tecnología y trabajar con ella eficazmente. Sin embargo, como no todos los aspectos de una tecnología se pueden enseñar en clase o escribirse en un papel, los documentos y la formación deben completarse con la asistencia técnica, cuya finalidad es guiar al licenciario durante los primeros meses en que utiliza la tecnología hasta que tenga la experiencia suficiente para independizarse técnicamente. La asistencia técnica puede también llenar las lagunas de información producidas durante la formación teórica o en la documentación.

Como KTC era una compañía recién creada, hubo que construir una planta para fabricar el equipo Metaconta 10CN, y esto se hizo bajo la supervisión de BTM. El edificio de 60.000 m², situado en la zona industrial de Gumi, se comenzó en 1978 y se terminó al año siguiente; menos de seis meses después el primer cuadro de equipo de conmutación estaba ya listo para instalar.

La tabla 2 muestra la formación dada en Bélgica, mientras que la tabla 3 resume el plan de asistencia técnica. Además, los instructores de KTC y BTM dieron más de 2.500 hombres-mes de formación en Corea entre 1979 y 1982. A partir de 1984 el licenciario (que fué privatizado en 1980 y entró en el grupo Samsung con el nombre de Samsung Semiconductor and Telecommunications o SST) adquirió autonomía e independencia tecnológica de BTM.

Es difícil medir o definir el éxito de cualquier transferencia de tecnología, pero los siguientes logros obtenidos por KTC/SST explican por qué se considera ejemplar la transferencia de la tecnología Metaconta 10CN a Corea:

- Puesta en servicio de líneas Metaconta 10CN por KTC/SST:

1981 - 40.000; 1982 - 290.000;
1983 - 330.000; 1984 - 452.000;
1985 - 476.000; 1986 - 511.000.

Esto representa más de 2 millones de líneas hasta ahora.

- Evolución de la proporción de fabricación local:

1979 - 5,3%; 1980 - 13,5%;
1981 - 34,5%; 1982 - 63,0%;
1983 - 72,5%; 1984 - 73,5%;
1985 - 76,8%; 1986 - 77,4%.

La única actividad de cierta importancia que todavía no se realiza localmente es la fabricación de los conmutadores de relé de contactos sellados H40.

- Mejoras en la tecnología Metaconta 10CN realizadas por KTC/SST. Quizás el logro más impresionante de un licenciario sea su capacidad de mejorar la tecnología recibida. SST (con ayuda de TAISEL de Taiwan) introdujo en Corea la unidad remota de abonados para el Metaconta

Tabla 2 - Formación en Bélgica (hombres-mes)

Cursos	1978	1979	1980	1981	1982	Total
Ordenador	66	27	20	4	-	117
Programación	99	92	45	16	-	252
Diseño	147	92	86	9	2	336
Instalación	74	49	116	30	-	269
Apoyo en campo	64	20	-	-	-	84
Fabricación	4	-	-	-	-	4
Proyectos	10	-	12	-	-	22
Dirección	27	11	12	-	2	52
Enseñanza	32	9	-	-	-	41
Total	523	300	291	59	4	1177 (218 participantes)

Tabla 3 - Plan de asistencia técnica (hombres-mes)

Función	1978	1979	1980	1981	1982	1983	Total
Director de proyecto	9	12	12	12	12	6	63
Experto en construcción	6	-	-	-	-	-	6
Jefe de materiales	1	12	12	6	-	-	31
Ingeniero de calidad	4	12	12	6	-	-	34
Ingeniero de proceso	-	27	39	19	-	-	85
Ingeniero de pruebas	-	15	24	17	17	4	77
Ingeniero de aplicación	-	24	24	9	-	-	57
Instructores de CPU	-	24	-	-	-	-	24
Coordinación de la formación	-	12	12	-	-	-	24
Instalación	-	-	25	27	6	8	66
Trabajo artesanal	-	3	12	-	-	-	15
Ingeniero de programas	-	-	-	9	4	-	13
Piezas sueltas	-	1	12	11	-	-	24
Ingeniero de equipos	-	-	-	4	4	-	8
Total	20	142	184	120	43	18	527

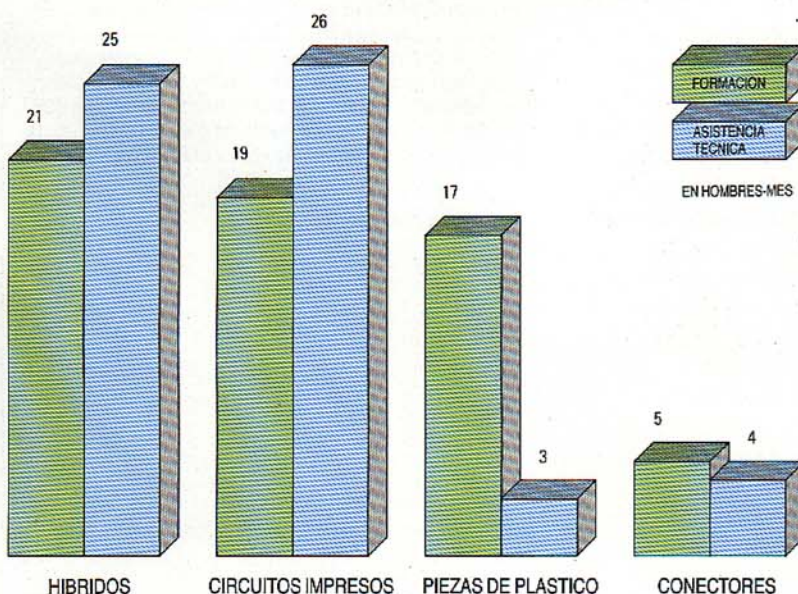


Operación de cablear los puntos de cruce del Metaconta 10CN en la fábrica de Gumi.

10CN, la cual se basaba en el ITT 1218, concentrador remoto con enlace digital. En 1984, SST completó un programa de desarrollo para ampliar de 256 a 512 kpalabras la capacidad de memoria del ITT 1602 (ordenador del sistema Metaconta), lo que permitió que el sistema atendiera 30.000 líneas.

- Exportaciones de Metaconta 10CN. En diciembre de 1986, SST entregó con éxito su primer equipo Metaconta 10CN en Bergen, a la Administración de teleco-

Figura 1
Planes de formación y asistencia técnica.



municación noruega. Este proyecto comprendía la ingeniería, fabricación e instalación del equipo, así como la prueba de equipos para ampliar una central telefónica ya existente.

Transferencia de tecnología de piezas

Además de transferir la tecnología Metaconta 10CN a KTC/SST, había que transmitir la tecnología de ciertas piezas sueltas a una serie de fabricantes locales de componentes. Estas transferencias amparaban a circuitos híbridos, placas impresas, piezas de plástico (de estructura y electrónicas) y conectores. El método seguido en estos casos fué idéntico al empleado para transferir la tecnología principal, a base de documentación, formación de personal y asistencia técnica. La figura 1 resume los planes de formación y asistencia técnica.

Transferencia de tecnologías soporte

Para obtener el máximo beneficio de la tecnología transferida hay que crear el entorno tecnológico adecuado. BTM, con la ayuda de ITT y del gobierno belga, estableció programas de soporte y asistencia diseñados para crear el entorno necesario.

En Corea se iniciaron unos programas de planificación de la red que permitieron a la Administración definir sus necesidades y aprovechar al máximo el sistema de control por programa almacenado que estaban introduciendo. Seguidamente se lanzaron unos programas de proyección y dimensionado del equipo para establecer instalaciones locales capaces de producir todos los componentes del equipo requerido. Con el fin de conseguir medios de planificación a largo plazo, ITT firmó un contrato con el Instituto Coreano de Investigación Electrónica y de Telecomunicaciones, para un proyecto conjunto que determinara las necesidades de telecomunicación de Corea hasta el año 2.000. Como parte de este proyecto, se instalaron en Corea herramientas de planificación por ordenador desarrolladas por Standard Eléctrica en Madrid, sentando así las bases para una planificación local de la telecomunicación.

Como la tecnología transferida sólo seguirá trabajando bien si el equipo se opera y mantiene debidamente, en 1983 se inició un programa de asistencia para operación y mantenimiento de 72 hombres-mes, con el apoyo del gobierno belga. El objetivo de este programa era mejorar la capacitación en estas materias del personal de la Administración coreana mediante clases teóricas y prácticas, y vigilar el funciona-

Tabla 4 – Plan de integración local Sistema 12

Actividad	1987	1988	1989	1990	1991
Montaje de bastidores de línea	*****				
Montaje de otros bastidores			*****		
Unidad de pruebas funcionales	*****				
Montaje de cuadros de línea	*****				
Montaje de otros cuadros			*****		
Montaje y pruebas de paneles posteriores			*****		
Convertidores CC/CC					*****
Montaje de placas de líneas			*****		
Montaje de placas de enlaces					*****
Montaje de placas de procesador					***
Montaje de otras placas	*****				
Ingeniería de aplicación para clientes	*****				
Instalación	*****				

miento eficaz del centro Metaconta 10CN de operación y mantenimiento.

Para mantener capacidades de diseño avanzadas en Corea, ITT se embarcó en un ambicioso programa de formación en el mismo puesto de trabajo, durante el cual se impartieron 100 hombres-año de instrucción a ingenieros coreanos en casas ITT, de modo que consiguieran la capacitación necesaria para diseñar y trabajar con las tecnologías más modernas.

Esta extensa gama de programas creó, en un tiempo muy breve, el entorno totalmente capaz de asimilar las nuevas tecnologías.

Transferencia de tecnología del Sistema 12

La lograda transferencia de tecnología Metaconta 10CN, y los planes de introducir conmutación digital en las áreas urbanas de Corea hacia 1988, fueron factores decisivos para la firma de un contrato entre SST y BTM transfiriendo la tecnología del Sistema 12. Dado el éxito del acuerdo para el Metaconta 10CN, el nuevo contrato tomó aquél como modelo.

Como hoy existe en Corea una sólida base tecnológica, costará mucho menos esfuerzo transferir la tecnología del Siste-

ma 12 que la del Metaconta 10CN. Es más, por haber adquirido SST la capacidad técnica necesaria durante el anterior programa de transferencia, se acordó que la ingeniería de diseño para clientes sería un proyecto conjunto en el que SST aportaría un 60% del diseño básico. De ahí que BTM y SST compartieran el control sobre el diseño básico para Corea, desde el comienzo del proyecto de transferencia.

Se prevé que la capacidad final de producción de centrales Sistema 12 se sitúe entre 300.000 y 400.000 líneas por año. Los planes de integración local (Tabla 4), formación y asistencia técnica muestran que se necesita mucho menos trabajo que para la tecnología Metaconta 10CN: sólo aproximadamente un 25% del anterior en cuanto a formación, y un 50% en la asistencia técnica.

Conclusiones

El propietario de una licencia puede transferir tecnología de muchas maneras, pero el éxito del proyecto depende ante todo de su absoluta determinación a realizarlo así. En Corea, BTM ha demostrado que cuando se transfiere una tecnología sin restricciones o limitaciones, con el único propósito de elevar las operaciones y capacidades del licenciario (estructura gerencial, técnicas de fabricación, maestría en ingeniería, etc.) a un nivel tecnológico similar al del licenciador, no solamente hay beneficios mutuos a corto plazo sino además – lo que todavía es más importante – se crea un cimiento sólido para una estrecha y prolongada colaboración.

John Quaeys nació en Liege, Bélgica, en 1946. En 1967 se graduó en ingeniería electrónica y en 1975 se licenció en Ciencias Comerciales y Financieras. En 1969 se incorporó a BTM, donde trabajó en los sistemas PENTACONTA* y Metaconta, en el departamento de desarrollo de sistemas. Entre 1975 y 1980 el Sr. Quaeys fue delegado de BTM en Indonesia, y de 1982 a 1985, en Corea. Actualmente es director de conmutación pública en la región de Asia y el Pacífico.

* Marca registrada del Sistema ITT.

Transferencia al Japón de tecnología de programación para conmutación de paquetes

La transferencia de tecnología de programación para el sistema de conmutación de paquetes DPS 1500 supuso el suministro de programas en formato fuente y objeto, herramientas y programas soporte, y una completa documentación. Además hubo que proporcionar la formación necesaria para que los ingenieros del receptor pudiesen realizar e instalar la programación.

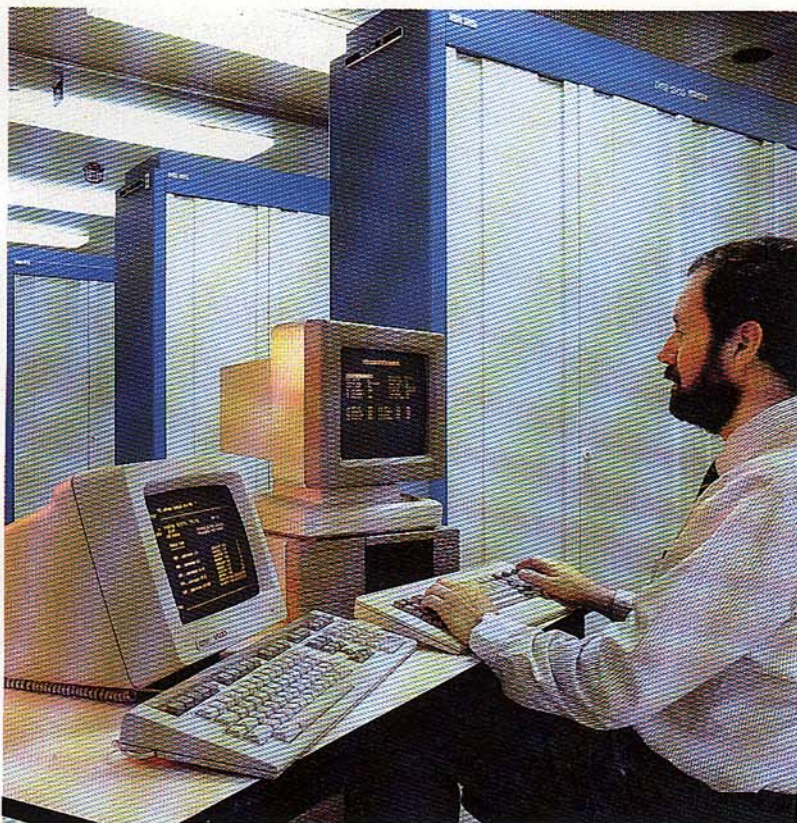
R. M. Simpson

Bell Telephone Manufacturing Company,
Amberes, Bélgica

Introducción

El desarrollo del sistema de conmutación de paquetes DPS 1500 comenzó en Bell Telephone Manufacturing Company (BTM) en 1978, y desde entonces está sometido a continua mejora y evolución¹. El primer usuario fue la Administración holandesa, que instaló en 1982 un sistema de esta clase, llamado Datanet 1. En 1984 se firmaron contratos con las compañías British Telecom National Networks y British Tele-

El sistema de conmutación de paquetes DPS 1500 presenta unas excelentes prestaciones, es fiable y de fácil gestión.



com International para sus redes de conmutación de paquetes de la segunda generación. También se suministra este sistema a la Administración finlandesa.

Uno de los contratos más importantes del DPS 1500 es con Toshiba, la compañía electrónica japonesa, el cual cubre dos aspectos: primero, la instalación de un sistema para uso interno de Toshiba en Japón, y segundo, la reventa de sistemas DPS a sus clientes del país. Como Toshiba tiene derecho a revender el sistema, el contrato se llama "acuerdo de compra con fabricante de equipo original (OEM)*". Sin embargo, el suministro de la red interna es un importante ejercicio de aprendizaje para Toshiba, donde se concentra la mayor parte de la tecnología transferida.

En el caso del equipo físico, el suministro de la red interna y la reventa a terceros son básicamente iguales: Toshiba compra el material diseñado y fabricado por BTM en instalaciones BTM. Los miniordenadores, utilizados para funciones de gestión de la red, los entregará la oficina local japonesa del propio fabricante. Toshiba instalará el equipo y lo probará usando programas que proporcione BTM.

Sin embargo, para los programas rigen condiciones bastante diferentes. BTM ha contratado la transferencia de la tecnología de programación del DPS 1500 a Toshiba, de forma que ellos puedan realizar y modificar soporte lógico para instalación en su red interna y en sistemas que suministren a terceros.

* OEM son las siglas de "Original Equipment Manufacturer", fabricante de equipo original: o sea, una compañía que compra una parte sustancial de un producto de un fabricante fuente, crea un valor añadido incorporándole facilidades o servicios adicionales, y lo revende a un cliente.

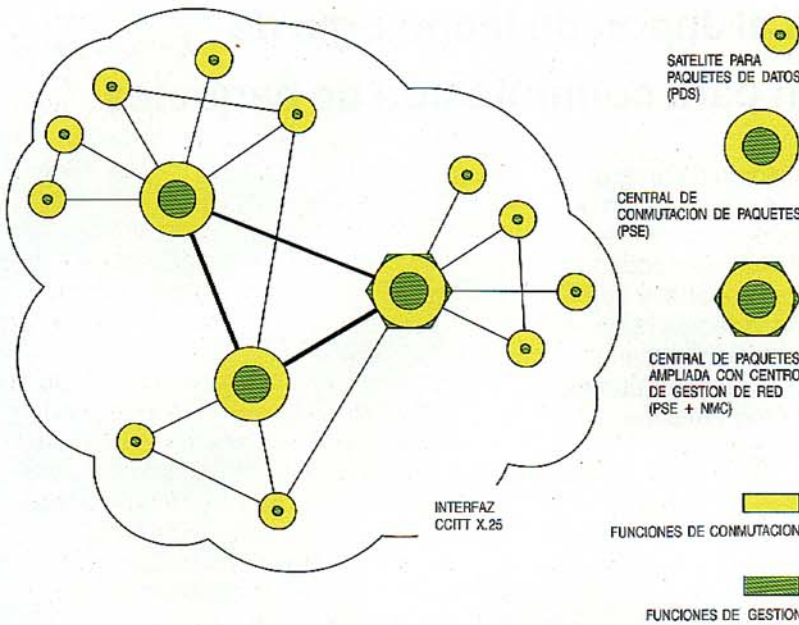


Figura 1
Arquitectura del sistema DPS 1500, basada en tres tipos de nodo.

Características del sistema DPS 1500

Aparte de su calidad técnica, el DPS 1500 es atractivo para los que explotan la red por sus altas prestaciones, fiabilidad y facilidad de gestión. Aunque se desarrolló al mismo tiempo que la mayoría de sistemas comerciales de conmutación de paquetes de la primera generación, su comportamiento eclipsó a todos los demás, e incluso hoy sigue aventajando a todos los sistemas de la segunda generación en servicio.

Durante el diseño y construcción del sistema se hizo hincapié en la fiabilidad. Los anteriores sistemas de paquetes eran de tipo experimental, por lo cual en su desarrollo no se atendió prioritariamente a obtener una elevada disponibilidad. Además de tolerar los fallos, el DPS 1500 incor-

pora refinadas técnicas de recuperación para proteger las llamadas de datos del usuario.

Los agentes que explotan la red tienen que poseer control sobre la misma y efectuar operaciones de abonados directamente desde su centro de gestión. El DPS 1500 permite ampliar el equipo y los programas sin perturbar el tráfico de usuarios. Así, las ampliaciones se definen – antes o después de la instalación – mediante órdenes hombre-máquina en el centro de gestión de red; todas las operaciones de añadir, suprimir o modificar información de los abonados, se ejecutan a través del interfaz hombre-máquina, y un extenso surtido de órdenes permite al usuario sacar impreso el estado de todos los equipos y programas del sistema.

Breve descripción del DPS 1500

Este sistema de conmutación de paquetes está constituido por tres tipos de nodo: los PDS (satélite para paquetes de datos), los PSE (central de conmutación de paquetes) y los NMC (centro de gestión de red). Estos nodos están conectados en una arquitectura de conmutación de dos niveles y una arquitectura de gestión en tres niveles, como indica la figura 1.

Los abonados provistos de equipo CCITT X.25 se conectan a los puertos de un nodo PDS – los equipos que no cumplen esa norma tienen que conectarse a través de una unidad de empaquetado/desempaquetado –, y a su vez los nodos PDS se conectan a nodos PSE en configuración de estrella. Las llamadas se establecen y liberan desde el nodo PDS llamante al PDS llamado, a través de uno o más PSE. Una vez establecida la llamada y según sea la topología de la red, los datos pueden pasar por un solo PDS (local), o bien de un PDS a otro PDS, directamente o a través de uno o varios PSE. En cuanto a conmutación, un nodo NMC equivale funcionalmente a un nodo PSE.

En los nodos PDS y PSE hay microprocesadores que aportan las funciones de conmutación; los programas que en ellos se ejecutan tienen la estructura indicada en la figura 2.

La gestión centralizada de la red DPS 1500 se efectúa por terminales hombre-máquina en el nodo NMC. Este nivel superior de los tres que forman la estructura de gestión se basa en miniordenadores comerciales. Los nodos PSE disponen del mismo tipo de miniordenador, aunque con un reducido juego de periféricos y programación complementaria, lo que les permite comunicar entre la función NMC del nivel

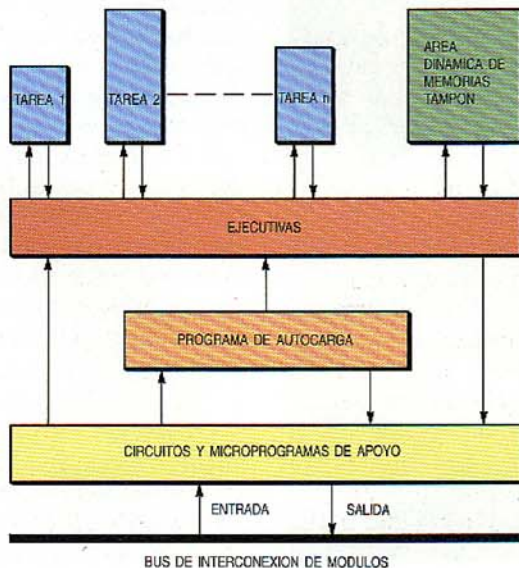


Figura 2
Estructura de programación del DPS 1500.

superior y la función de gestión del nivel más bajo que ejecuta una tarea especial en los PDS.

Proceso de los programas DPS1500

Para comprender las implicaciones del acuerdo de transferencia de programación hay que conocer algo el proceso de los programas de ordenador, cuyo resultado final es lo que suele denominarse "cinta de carga del sistema". En el DPS 1500 esta cinta es una copia de los discos conectados como periféricos de los ordenadores de gestión; es mejor, pues, referirse a la "ima-

El segundo paso importante es la construcción de la imagen del sistema en disco, para lo cual se comienza por almacenar en dicho disco el sistema operativo del miniordenador y después se añaden todos los programas en formato objeto, más los ficheros iniciales de datos requeridos por el sistema — que pueden también haber pasado por un proceso de generación — y varios otros necesarios para poner en operación dicho sistema. En la figura 3 se resumen los resultados.

La generación y la construcción se hacen en un ordenador de desarrollo, que puede ser uno de la red DPS 1500 cuyo uso no se necesite en la misma. Por último se instala la imagen del sistema en los miniordenadores de la red, de modo que el sistema DPS 1500 completo arranque cuando el equipo físico se haya instalado, probado, y esté dispuesto para funcionar.

Este es el proceso obligado para editar la totalidad de los programas. Sin embargo, una de las ventajas del sistema de programación del DPS 1500 es que puede actualizarse a través de una edición parcial, consistente en una generación parcial seguida por una miniconstrucción e instalación. De hecho, ésta es la manera más usual de actualizar la programación.

Transferencia de la tecnología de programación

Como de costumbre, el contrato entre BTM y Toshiba tiene un contenido legal, que se refiere a los derechos y obligaciones de ambas partes, y uno técnico que enumera los elementos físicos cubiertos por el contrato y que también puede incluir elementos no realmente físicos, como el calendario de formación y el tiempo de respuesta de los servicios.

Los derechos esenciales de Toshiba sobre la programación se contienen en dos artículos del acuerdo. El primero confiere a Toshiba el derecho exclusivo de uso, copia, reproducción y modificación de los programas fuente en el territorio acordado, en combinación con la venta del equipo. Un segundo artículo les otorga el derecho exclusivo en dicho territorio de la venta, mantenimiento, servicio y reproducción del programa objeto generado, incluido en la venta del equipo, así como de transferir dicho programa objeto a los compradores.

Hay también un contrato de mantenimiento anual renovable por el que BTM garantiza que la red interna cumplirá las especificaciones. Los cambios que Toshiba introduzca en la programación deben revisarse por extenso, validarse mediante

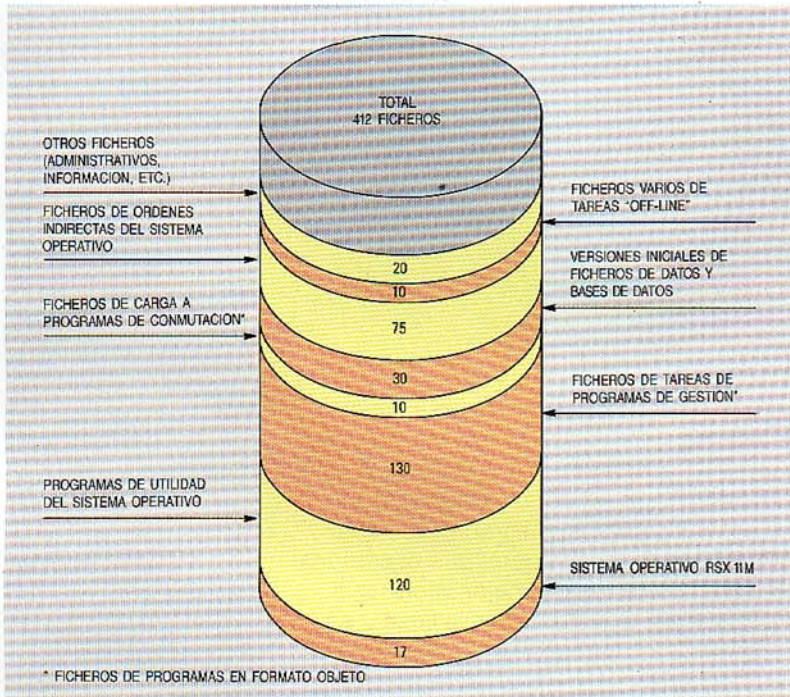


Figura 3
Resumen de los resultados de construir en disco la imagen del sistema.

gen del sistema", que puede estar en disco o cinta magnética.

El proceso de los programas del DPS 1500 se puede descomponer en una serie de pasos. El primero es la fase de generación, durante la cual los programas en formato "fuente" (tal como están escritos por el programador) se traducen por compilación y/o ensamblado a formato objeto, aún desligados entre sí. En promedio, se pueden traducir de una vez siete programas fuente para formar un único fichero objeto. Estos programas, en formato objeto pero sin ligar, se encadenan a continuación, a menudo junto con otros de la biblioteca, con lo que se obtienen ya ligados en formato objeto y el número de ficheros se reduce en un factor que suele ser de tres a cuatro. En lo que sigue, por "formato objeto" se entenderá "formato objeto ligado".

pruebas y aprobarse formalmente por BTM para que esta garantía se mantenga.

Elementos de programación a entregar

La parte técnica del contrato especifica que deben entregarse los siguientes elementos de programación:

- todos los programas operacionales DPS 1500 en formato fuente
- todos los programas operacionales DPS 1500 en formato objeto
- todas las herramientas o paquetes soporte necesarios para generar los formatos objeto a partir de las fuentes, y construir e instalar un sistema de programas.

La propuesta inicial omitía la entrega de los programas DPS 1500 en formato objeto, ya que éstos pueden reconstruirse procesando los programas fuente. Sin embargo, la construcción de un sistema partiendo de la nada requiere tiempo y recursos, y por ello se modificó la propuesta a iniciativa de BTM para incluir los programas en ambos formatos.

Documentación

Se prevén dos tipos de documentación para los programas. En el caso de programas operacionales, la documentación consiste en descripciones de las funciones que realiza cada módulo o programa, sus interfaces con otros módulos, las estructuras de datos importantes y cualquier fichero que cree o al que haga referencia.

En cuanto a sistemas soporte, lo que importa no es cómo trabajan sino cómo se utilizan. Por tanto, la documentación en gran medida se compone de manuales de usuario. Un tipo de información importante, situado entre manuales de usuario y programas, son los procedimientos automáticos a los que se recurre para llevar a cabo ciertas partes del proceso; se los denomina ficheros de órdenes**.

Transferencia de tecnología de programación: su ejecución

Formación

La tabla 1 muestra las fechas importantes en el progreso del contrato. Incluso antes de firmar el mismo, un experto en sistemas de BTM explicó un curso sobre arquitectura

Tabla 1 – Fechas importantes en el contrato Toshiba-BTM

Firma del contrato:	29 agosto 1985
Curso de arquitectura del sistema:	21 agosto a 4 septiembre 1985
Cursos generales:	18 noviembre 1985 a 20 marzo 1986
Equipo físico DPS 1500 disponible: (en Amberes)	31 enero 1986
Primera entrega de programas:	31 marzo 1986
Soporte (en Japón) de ingeniería BTM:	fin junio 1986 a fin septiembre 1986
Aceptación prevista de la red interna:	30 septiembre 1986
Inauguración oficial:	9 octubre 1986

Tabla 2 – Cursos a ingenieros de Toshiba

Curso	Duración (días)	Número de alumnos
Arquitectura del sistema (en Tokio)	11	22
Operación y mantenimiento	11	9
Equipo físico detallado	15	5
Pruebas funcionales	20	4
Dimensionado, configuración y especificación del material	11	6
Programación detallada	31	4
Prueba del sistema	10	5

Total – 736 días-alumno

de sistemas a 22 ingenieros en Tokio. A este curso de introducción siguieron otros durante 18 semanas en el Centro de Formación de BTM en Amberes, todos ellos impartidos por ingenieros que trabajaban en el DPS 1500 a fin de asegurar que el personal de Toshiba recibiese la mejor información posible sobre el sistema. En la tabla 2 se resume el programa completo de formación dado por BTM.

A efectos de transferencia de tecnología de la programación, los cursos más importantes fueron los de arquitectura del sistema y programación detallada. Nadie puede esperar abarcar o comprender en 31 días todos los detalles de un sistema de programas complejo, por lo que el curso de programación se orientó a proporcionar a los ingenieros asistentes una buena base en los principios generales a través de ejemplos y ejercicios prácticos. Era muy importante aportar datos sobre dónde podrían encontrar información dichos ingenieros al regresar a sus oficinas y laboratorios en Japón.

Instalación del equipo físico

El equipo físico estuvo disponible en Amberes en la fecha prevista, y fue enviado a Japón, donde Toshiba lo instaló en siete lugares diferentes sin mayores problemas. A mediados de marzo de 1986 estaba preparado para recibir los programas.

** Un fichero de órdenes es un conjunto de instrucciones que solicitan a un ordenador la realización de una tarea de alto nivel, como compilar un programa. También puede denominarse JCL (Job Control Language, lenguaje de control de trabajos).

Entrega de los programas

Las tablas 3 y 4, junto con la figura 3 muestran que se entregaron puntualmente 2170 ficheros a Toshiba, en Tokio, a finales de marzo de 1986. Constituían toda la programación del sistema DPS 1500, en forma de fuentes, objetos y herramientas.

La primera actividad de los ingenieros de Toshiba fue construir e instalar una imagen del sistema obtenida de todos los programas y datos en formato objeto, saltándose por tanto el paso de la generación. La programación del DPS 1500 se instaló seguidamente en el equipo físico, y comenzaron las pruebas.

Como actividad paralela, Toshiba podía haber generado muestras de objetos a partir de las fuentes para compararlo con las versiones entregadas, tal como lo recomendó BTM. Sin embargo, por razones comerciales, la casa japonesa dio prioridad a la puesta a punto de su red interna, con objeto de aprovechar sus ventajas y poderlas demostrar a sus posibles clientes.

Asistencia por parte de BTM

Las pruebas oficiales de aceptación fueron planeadas por BTM, con el acuerdo de Toshiba. El contrato concedía seis meses para su ejecución satisfactoria a partir de la entrega de los programas; en el momento de escribir este artículo las pruebas están todavía en curso. De diversas maneras ha ayudado BTM a Toshiba, sobre todo en el envío regular de actualizaciones de programas en formatos fuente y objeto para que Toshiba las instale en su red interna, y haciendo que uno de sus ingenieros asista a las pruebas y sirva de intermediario con los ingenieros de Ambers.

En esta última ciudad, un ingeniero de sistemas coordina todas las consultas técnicas, y las distribuye a los grupos capaces de contestarlas, registrando también las respuestas, algunas de las cuales provocan la actualización de los programas. Las reuniones personales del proyecto se limitan a una por año, por lo que este enlace técnico con Toshiba, unido a los de gestión empresarial, gestión del programa y del contrato, resulta vital para el éxito de un proyecto en el que el tiempo, la geografía, el lenguaje e incluso la escritura difieren de forma tan acusada.

Otros factores importantes

Procesos automáticos de la programación

En el curso de programación detallada se hizo hincapié en conseguir que Toshiba fuese autosuficiente en el tiempo más breve posible, entendiéndose por ello que

Tabla 3 – Archivo de programas en formato fuente

Sistema de programas de gestión	1320
Sistema de programas de conmutación	100
TOTAL	1420

Tabla 4 – Herramientas de programación

Juego de herramientas de programas de gestión	12
Juego de herramientas de programas de conmutación	41
Ficheros de órdenes (para generación)	285
TOTAL	338

puudiese llevar a cabo una generación completa de programas y su construcción e instalación a partir del paquete enviado por BTM, con capacidad de incorporar los cambios que Toshiba hubiera hecho en el formato fuente del sistema (no se permiten "parches" en los programas DPS 1500).

Técnicamente es posible automatizar todo el proceso de generación y construcción, de manera que tecleando una orden en un terminal del ordenador de desarrollo

Sede central de Toshiba en Tokio.



el sistema varios días más tarde quede dispuesto para ser instalado en el equipo físico de la red. Este sistema es común en BTM. Sin embargo, para Toshiba se decidió fragmentar el proceso automático en una serie de operaciones individuales de menor envergadura, cada una de las cuales se pudiera comprender fácilmente. Los resultados de estas operaciones individuales se juntan luego para formar un sistema de programas.

Es difícil para un ingeniero de programación diagnosticar un problema en un sistema automático cuyas operaciones individuales no comprende. Utilizando procedimientos a un nivel más bajo, BTM aumentó enormemente las posibilidades de que los ingenieros de Toshiba realizasen con éxito un ciclo de modificación/generación/construcción de la programación, con suficientes conocimientos para resolver por sí mismos cualquier eventual problema. Además, como toda automatización de alto nivel hace uso de ficheros de órdenes del sistema operativo que contienen llamadas a operaciones estándar de miniordenadores, Toshiba podría, llegado el caso, construir sus propios procedimientos de automatización a la medida de sus necesidades.

Calidad

Todas las compañías de ingeniería aspiran a entregar productos de alta calidad. Sin embargo, cuando una compañía europea suministra a otra japonesa, la calidad se convierte en un factor particularmente sensible.

En otra publicación² se han descrito los métodos de desarrollo de programas aplicados en el DPS 1500 que contribuyen activamente a la calidad, vigilados constantemente por el departamento de calidad de BTM. El sistema de programación pasa en los laboratorios de BTM por las mismas pruebas que realiza luego Toshiba. Así, la generación de programas es actividad cotidiana en BTM, y la construcción del sistema entero que efectúa Toshiba se hizo paso a paso en BTM para cerciorarse de que no surgirían problemas. Por la misma

razón, el sistema DPS 1500 de Toshiba se basa en una edición de programas probada exhaustivamente durante más de un año.

Los manuales de usuario fueron revisados a fondo por autores profesionales para asegurar su claridad y precisión. Toda la documentación se entregó en inglés, siendo Toshiba responsable de su traducción al japonés.

El conjunto de estas acciones garantiza que Toshiba reciba un producto y unos servicios de la más alta calidad.

Conclusiones

La transferencia bajo licencia de un paquete de programas complejo exige una cuidadosa atención a los detalles, sobre todo en la fase de planificación. Los factores críticos en el éxito de tal proyecto son: un nivel adecuado de formación para los ingenieros de la compañía licenciataria, y un proceso modular de construcción de la programación. Este último se debe dividir en etapas suficientemente automatizadas para asegurar que no se pierda el tiempo, pero no tanto que a los expertos en programación se les escape la apreciación del proceso.

Referencias

- 1 J. van Gastel: DPS 1500: A High Performance Packet Switching System: *Proceedings of the European Computer Communications Conference*, Londres, 1984, Online Publications, págs. 407-414.
- 2 R. M. Simpson: Meeting the Demands of Software-Dominated Telecommunications Products: *Proceedings of ITT Conference on Programming Productivity and Quality*, Nueva York, 1983, págs. 348-350.

Robert Simpson nació en Greatworth, Inglaterra, en 1943. Se graduó en las Universidades de Southampton y Essex con titulaciones en ingeniería electrónica y ciencias informáticas, respectivamente. En 1975 se trasladó a Bélgica para ocupar un puesto de investigador en la Universidad Católica de Lovaina, y en 1978 entró en BTM al comienzo del proyecto DPS 1500. Pasó dos años coordinando la tecnología de programación de dicho proyecto. Durante los últimos seis años el Sr. Simpson ha sido responsable de la programación de los sistemas de conmutación de paquetes en BTM. Es miembro de la British Computer Society y del ACM.

Formación técnica para la autonomía de los receptores de tecnología

La demanda de formación técnica ha crecido a compás de los avances tecnológicos. Para que el receptor llegue a ser independiente del suministrador resulta esencial que se le transmita un completo "saber-hacer" del sistema junto con la tecnología. El Centro de Formación de BTM ha conseguido reputación internacional por las innovaciones y resultados logrados en este campo.

J. M. Croymans

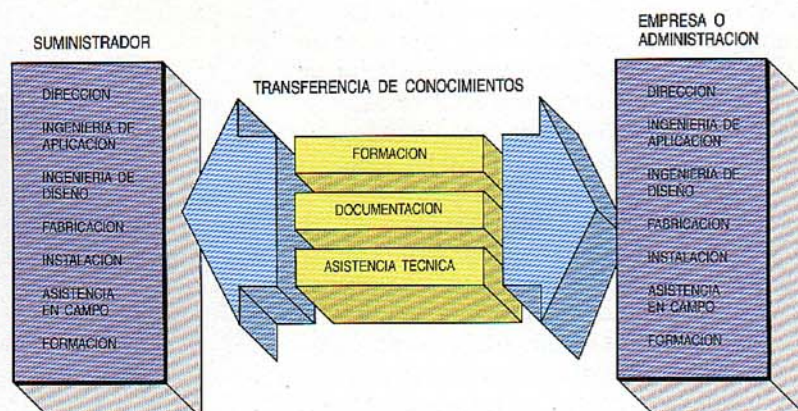
Bell Telephone Manufacturing Company,
Amberes, Bélgica

Introducción

Hace casi cien años que BTM (Bell Telephone Manufacturing Company) firma contratos que incluyen una plena "transferencia de conocimientos", lo cual significa que el receptor compra no sólo un sistema sino todo lo necesario para independizarse del suministrador. Esto se consigue en tres etapas principales. Primero, se transfiere el conocimiento a los directivos e ingenieros del receptor mediante la formación; segundo, se transmite la técnica de la formación, y tercero, la tecnología del sistema, como se indica en la figura 1. Los elementos comunes a este proceso son: formación, documentación y asistencia técnica.

La importancia que BTM da a la formación se refleja claramente en algunas cifras. El equipo de instructores consta de 91 profesionales con plena dedicación. Además, dado que la Compañía ofrece una amplia gama de productos, unos 200 especialistas colaboran cada año con el personal de formación cubriendo temas específicos.

Figura 1
Transferencia de conocimientos técnicos del suministrador al receptor.



Las instalaciones de formación de Bélgica ocupan 770 m² de área de oficinas y 2.000 m² de aulas y salas para seminarios, todas ellas equipadas con los medios necesarios para la enseñanza. Como ninguna empresa u organismo estatal puede arriesgarse a experimentar por el método de prueba y error con los equipos en servicio, se imparte también formación práctica con equipos especialmente dedicados a la enseñanza. Esto ocupa unos 1.100 m² de aulas de prácticas en Amberes, Geel, Gante y Colfontaine.

Transferencia de conocimientos

Para asegurar que los conocimientos se transmiten íntegra y eficazmente, todas las ofertas de BTM incluyen una sección sobre formación basada en el directorio de formación tecnológica de la compañía.

El comienzo de la transferencia, que suele llamarse *instrucción previa*, se realiza esencialmente en las dependencias del receptor, con el objetivo principal de mejorar el nivel de los alumnos hasta lo exigido para el acceso a los cursos impartidos en Bélgica. La instrucción previa proporciona valiosa información sobre el historial de los alumnos, sus motivaciones, etcétera, que puede utilizarse para hacer ligeras adaptaciones del programa del curso y aconsejar al receptor sobre la selección ulterior de candidatos para ingeniería, mantenimiento, instalación y pruebas.

El grueso de la formación dirigida al trabajo se imparte en el Centro de Formación de Bell en Amberes. Se enseñan los conocimientos y técnicas necesarios, tanto a los futuros instructores como a un grupo de

ingenieros y técnicos. Según el trabajo que vaya a emprender el alumno tras su formación, la duración del adiestramiento puede variar entre unas pocas semanas y seis meses. Al final de este periodo los futuros instructores reciben también formación sobre los métodos didácticos a emplear en las aulas.

Pasadas las clases teóricas, los ingenieros e instructores del receptor participan en las actividades de los departamentos de fabricación o desarrollo para conseguir experiencia. En su primera fase de participación realizan sobre todo ejercicios de simulación con la ayuda de un instructor. Después, a medida que adquieren conocimientos y confianza, el instructor se retira y los alumnos hacen los ejercicios por su cuenta. Sólo hacia el final realizan los educandos de modo autónomo las tareas para las que han sido adiestrados, aunque incluso entonces se puede recurrir a los instructores para solventar cualquier problema pendiente. Esta fase puede durar de dos a 18 meses, y durante ella no es raro que haya un instructor por cada alumno.

Directorio de formación tecnológica

Este directorio es la piedra angular del programa de formación. Es un sistema modular de desarrollo de cursos y cursillos, diseñado para transferir conocimientos y técnicas. En él se condensan los más sobresalientes conceptos pasados, presentes y futuros, basados en largos años de experiencia en formación de personal de la compañía y de los clientes. El directorio se apoya en las directrices para preparar capacitación de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y otras organizaciones.

El directorio muestra la capacidad del Centro de Formación de BTM y ayuda a definir las necesidades al respecto. Permite ajustar la información a las necesidades individuales valiéndose de una biblioteca de material de enseñanza normalizado, así como definir las prestaciones que se esperan de un puesto de trabajo.

Como el concepto permite actualizar cursos de forma rápida, exacta y fácil, también posibilita la preparación de nuevos cursos sin duplicaciones costosas e innecesarias y sin sacrificar ni la flexibilidad ni la calidad.

La biblioteca de formación se compone de unos 3.000 módulos educativos, tanto dependientes como independientes del producto. El objetivo principal de los programas de formación consiste en capacitar de un modo eficaz a las gentes, aumentando su rendimiento en el trabajo y la satisfacción obtenida del mismo.



Centro de Formación de Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes.

de desarrollo, en las instalaciones y en las oficinas de dirección. La prestación de asistencia puede durar desde unos pocos días hasta toda la vida del proyecto, posiblemente de varios años.

No debe olvidarse que la evolución del sistema reclama paralelamente una formación adicional. En consecuencia, el Centro de Formación organiza con regularidad cursos de actualización.

Conviene destacar dos facetas importantes de la transferencia de tecnología. La transmisión de conocimientos y técnicas no es una mera actividad ocasional. BTM lo ha estado haciendo por más de 100 años, a lo largo de los cuales ha creado una organización completa con ese fin. Las personas más importantes para organizar la transferencia de formación son los *jefes de proyecto*, que preparan una detallada propuesta de formación basada en las necesidades del receptor. Esta propuesta cubre todo lo que solicita dicho receptor, así como los requisitos típicos del producto y las funciones para las que se necesita forma-

Una vez que los participantes han alcanzado el nivel requerido, regresan a su país donde BTM les proporciona una continua asistencia técnica en su propia compañía. Los especialistas de BTM adiestran a los alumnos en la fábrica, en el departamento

ción. Apoyándose en los contenidos y calendarios de los programas genéricos, indicados en el directorio de formación tecnológica, se negocia tempranamente con el receptor la adaptación del plan de formación para alcanzar sus objetivos, se estudia con él en detalle el plan de formación final y se materializan los cambios una vez logrado el acuerdo. Así, por ejemplo, tiene que decidirse cuál formación se va a impartir localmente y cuál en el Centro de Bell.

Incluso el mejor de los planes debe permitir cierta flexibilidad. Los jefes de proyecto vigilan el desarrollo del programa de formación, observan los resultados y realizan los cambios que sean necesarios. Tienen por tanto la responsabilidad global de la calidad del programa de formación y sus resultados finales.

Todos los problemas no técnicos durante el período de formación en Bélgica los resuelven los empleados de recepción. Su labor consiste en hacer que las personas se sientan "en casa" y ayudarles en sus problemas administrativos, de alojamiento, dietas alimenticias, compras que deseen hacer, visitas turísticas, etcétera. Este servicio es la "cara sonriente" de la Compañía. Cuando los educandos vuelvan a su país es evidente que habrán aprendido a hacer su trabajo, pero además no olvidarán algunas

Instruir al instructor

Los ingenieros buenos y con alta cualificación técnica necesitan aptitudes docentes para poder trabajar eficazmente en un centro de formación. En el de BTM, unos programas especiales mantienen a los instructores informados de los últimos avances tecnológicos. Además se les proporciona la necesaria capacidad educativa sometiéndoles de forma regular a cursos para "instruir al instructor", donde se les dan directrices para preparación de cursos y se les enseña a aplicarlas.

Una versión de este programa a medida del receptor se ofrece también a futuros instructores ajenos a BTM de todo el mundo, transfiriendo así muchos años de experiencia en formación técnica. El programa se centra en los problemas que afronta un instructor en el aula y en las maneras de resolverlos. Para ello se articulan seminarios con períodos de prácticas y enseñanza autoprogamada que se enfocan a didáctica orientada a los problemas, a prácticas de instrucción (sea en el puesto de trabajo o en microenseñanza), técnicas de comunicación en las aulas, y técnicas de diseño y desarrollo de cursos.

experiencias insólitas en su entorno nativo, como puede ser tirar bolas de nieve en un parque urbano o el bajar en canoa por los rápidos torrenciales del sur de Bélgica.

Documentos educativos

Los conocimientos prácticos no pueden transferirse sin una sólida y extensa docu-



Recepcionistas del centro de formación ayudan a los alumnos a "sentirse en casa" durante su estancia en el Centro y les ayudan a resolver cualquier problema no técnico.

mentación. Sin embargo, muchos documentos de ingeniería y fabricación son manuales de referencia, no concebidos para impartir formación. En lugar de proporcionar a los alumnos tales documentos y luego referirse a ellos en las clases, el Centro de Formación ha realizado grandes inversiones en el desarrollo de cursos y cursillos. Este proceso implica la recogida y análisis de la información pertinente, el diseño de los documentos educativos y la elaboración de métodos y medios de instrucción adecuados a los objetivos de la formación. Los documentos resultantes, que se transfieren en su totalidad a los instructores del receptor, comprenden:

Descripción del módulo: resume los objetivos, el nivel de entrada requerido para una capacitación eficaz, y una información detallada sobre cómo esta capacitación llenará el hueco entre el nivel de entrada y el nivel de los objetivos finales.

Plan lectivo: sugiere cómo debe presentarse la lección. El instructor del receptor puede tomar este plan como base para desarrollar su propia presentación, o bien seguirlo al pie de la letra.

Material para el alumno: este documento contiene los textos que necesita el estudiante, así como copias de las transparencias. Sin embargo, este material está pensado para que los estudiantes dispongan de manuales instructivos y no para sustituir a los manuales de operación, documentos de ingeniería, u otros. Ayudan por tanto a facilitar la transferencia de conocimientos y técnicas.

Tareas: durante la formación, el instructor selecciona de este documento ciertos ejercicios a fin de practicar lo que acaba de aprenderse.

Respuestas a las tareas: contiene las soluciones de las mismas. En los casos en que la solución no es única, se dan algunos ejemplos o se indica un camino para llegar a la solución. También aclara a los estudiantes por qué la solución apuntada se prefiere a otras alternativas.

Evaluaciones: este documento contiene un juego completo de pruebas entre las que puede escoger el instructor, antes, durante y después del módulo de formación. Es de destacar que el programa de BTM no sólo ayuda a los alumnos a alcanzar un nivel superior de competencia sino también mide sus progresos. Una serie de pruebas previas y evaluaciones durante el curso y a su término hace posible comprobar el avance del alumno a lo largo del curso.

Calificación de las pruebas: da las soluciones de las pruebas o ejemplos de realiza-

ción de las mismas. También proporciona criterios de calificación útiles para comparar individuos o grupos.

Lista de ayudas visuales: es una lista de todas las transparencias a utilizar en cada módulo.

Transparencias: son todas las transparencias utilizadas en un módulo.

Para facilitar su empleo y simplificar su actualización sistemática, todos estos documentos van separados. Dado el tiempo necesario para elaborar un juego completo de documentos educativos por cada módulo de formación así como para preparar cada lección particular, la relación entre tiempo de preparación y tiempo real de enseñanza es de cincuenta a uno.

Desarrollo de la formación

Diseño del programa formativo

La piedra angular de la formación de BTM es el directorio de formación tecnológica.

Simulación de una comunicación hombre-máquina durante una sesión de operación y mantenimiento del Sistema 12.



Basándose en sus contenidos genéricos y en las correspondientes duraciones, se elabora una propuesta de formación que armoniza los objetivos del receptor con los de la formación. Esta propuesta presupone ciertas condiciones normales:

- todos los participantes alcanzan el nivel de acceso exigido
- todos pueden leer y escribir el idioma usado para la instrucción



Análisis de un informe de falta. Una sesión durante las prácticas de operación y mantenimiento del Sistema 12.

- los participantes tienen suficiente capacidad intelectual y motivación para llegar a dominar el contenido del curso.

En conversaciones posteriores con el receptor se detecta cualquier desviación de estas normas con el fin de introducir las modificaciones necesarias, lo cual evita las medidas correctoras durante el curso de formación y por tanto facilita el logro de los objetivos.

En casos excepcionales, puede haber limitaciones prácticas que obliguen a preparar un programa de formación cuya duración no sea la originalmente prevista. Las posibles causas son:

- tener que completar la formación antes de la entrega del equipo
- restricciones en el presupuesto de formación del receptor
- restricciones en el tiempo disponible del receptor para formación
- insuficiente nivel de preparación de los estudiantes.

Deben evitarse estas alteraciones en la medida de lo posible, pues amenazan la eficacia del proyecto formativo.

Técnicas de formación

Se emplean a la vez varios métodos para familiarizar a los alumnos con el equipo. La mayoría de las sesiones comienzan con la enseñanza tradicional. A medida que el alumno se familiariza con la tecnología que está estudiando, los métodos de formación van reclamando una participación mayor del mismo. Como pequeña muestra de las técnicas usadas se pueden citar conferencias formales, preguntas, ejercicios, debates y trabajos manuales en aulas de prácticas.

Aun después de haber completado las clases teóricas y prácticas, el alumno carece de la experiencia necesaria para considerarle cualificado. Aunque cueste años el conseguir esta experiencia, la capacitación práctica en el centro de formación da los fundamentos necesarios, permitiendo adquirir experiencia y cualificación en laboratorios y departamentos de BTM, así como en la realidad.

La última fase del proceso educativo es un período de práctica dentro de la organización del receptor. Con ayuda del personal de BTM, el alumno se abre camino hacia el pleno dominio del sistema.

ASIA 890 ALUMNOS
 BANGLADESH
 REPUBLICA POPULAR CHINA
 INDONESIA
 COREA
 NEPAL
 SRI LANKA
 TAIWAN
 TAILANDIA

AFRICA/CERCANO ORIENTE
 415 ALUMNOS
 ANGOLA
 ARGELIA
 NIGER
 RUANDA
 SENEGAL
 TUNEZ
 TURQUIA
 ZAIRE

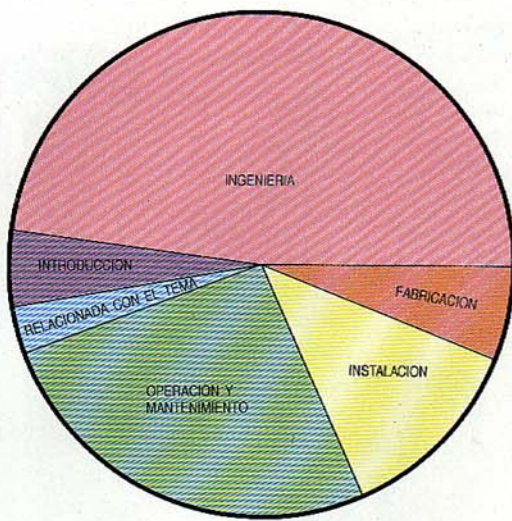
EUROPA 855 ALUMNOS
 AUSTRIA
 BELGICA
 DINAMARCA
 FRANCIA
 ALEMANIA
 ITALIA
 HOLLANDA
 NORUEGA
 ESPAÑA
 SUIZA
 REINO UNIDO
 YUGOSLAVIA

AMERICA 157 ALUMNOS
 MEXICO
 ESTADOS UNIDOS

INSTRUCCION EN OTROS PAISES
 1274 ALUMNOS 48896 HOMBRES-DIA

NEPAL
 REPUBLICA POPULAR CHINA
 TURQUIA
 DINAMARCA
 NORUEGA
 SUIZA
 REINO UNIDO
 YUGOSLAVIA

TRABAJO INSTRUCTOR
 DE BTM
 16167 HOMBRES-DIA



INSTRUCCION RECIBIDA EN BELGICA
 2417 ALUMNOS 91878 HOMBRES-DIA

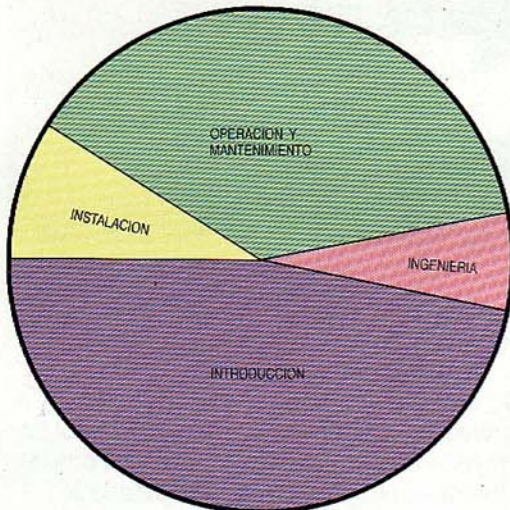


Figura 2
 Desglose de la instrucción de BTM para transferencia de la tecnología de centrales digitales Sistema 12.

A lo largo del período de formación la enseñanza normal se completa con cursillos para estudio personal y adiestramiento basado en ordenadores.

El esquema de la formación no es rígido, sino que está concebido para ser flexible y sensitivo a las distintas exigencias de receptores de todo el mundo. Las diferencias culturales son una realidad y tienen que apreciarse en todo su valor cuando se elabora un programa de formación. Incluso diferencias sutiles tienen su importancia. Por ejemplo, los alumnos orientales raramente hacen preguntas en clase y prefieren consultar sus problemas a los instructores durante los descansos, razón por la cual se alteran los horarios de las clases para tener descansos algo más largos. Por contra, los escandinavos preguntan continuamente, de modo que en este caso conviene dar a la

clase un enfoque interactivo de resolución de problemas.

Aprendizaje de adultos

Dado que en el centro siempre se forman adultos, la enseñanza es muy distinta de la impartida en una escuela, donde el estudiante asume en general un papel pasivo de receptor de información.

En el Centro de Formación de BTM, los instructores cuentan con la experiencia y conocimientos en telecomunicación de los alumnos. En lugar de exponer un tema desde el principio al fin, el instructor parte de problemas aparecidos en centrales en funcionamiento y anima a los alumnos a buscar soluciones, actuando como un simple catalizador del proceso de aprendizaje. Como consecuencia de este enfoque, los alumnos no se limitan a memorizar un montón de datos sino que se les proporcionan los conocimientos prácticos y el dominio de las facultades precisas para operar un sistema en servicio.

Muchos adultos asocian el estudio con fracasos y ansiedad, pero lo que pretende BTM es mejorar las prestaciones en el trabajo y crear confianza. Además de transferir conocimientos, los instructores afinan las distintas aptitudes y enseñan a los alumnos cómo emplearlas en el trabajo para el que han sido capacitados.

La actitud de los alumnos y su motivación son también esenciales para alcanzar este objetivo. Por ser importantes las aptitudes, los resultados de las pruebas de eficacia son sólo una parte de la evaluación general del alumno; idéntico valor tiene la forma en que se enfrenta a los problemas y demuestra competencia en la realización de trabajos.

Capacidad de formación

El Centro de Formación de BTM organiza regularmente cursos sobre las siguientes tecnologías y productos:

- sistemas de conmutación telefónica
- sistemas de datos y télex
- sistemas de transmisión por línea y por radio
- audiocomunicación
- equipo de automatización de oficinas
- telecomunicación en general
- programación
- electrónica fundamental
- gestión.

Como ejemplo de la dedicación de BTM a la formación se cita aquí el Sistema 12. Entre 1981 y 1986 el Centro instruyó en Amberes a casi 2.500 representantes de receptores de tecnología, y dio formación a otras 1.274 personas en sus países respectivos. La capacitación en Bélgica se dedicó sobre todo a las áreas de ingeniería, operación y mantenimiento. Se totalizaron unos 16.000 hombres-día de instrucción en el Sistema 12, de los cuales unos 5.000 fueron de formación participativa en departamentos de BTM. La formación en los países de origen se dedicó fundamentalmente a las áreas de operación y mantenimiento, así como a instrucción preliminar. La figura 2 muestra más detalles de este extenso programa de formación.

Conclusiones

La orientación que da BTM al perfeccionamiento de aptitudes del personal mejora sus prestaciones e incrementa su satisfacción con el trabajo. Citando a Galileo Galilei "no se puede enseñar a un hombre ninguna cosa, sólo se le puede ayudar a descubrirla", y esto es exactamente lo que hacemos,

alejándonos del enfoque tradicional a que está acostumbrada la mayoría de la gente. El éxito del Centro de Formación de BTM es el resultado de muchos años de experiencia educativa orientada a dar autonomía al receptor de tecnología.

Un ejemplo del éxito de este enfoque es la transferencia de conocimientos a Corea del Sur. Una vez completada ésta, los ingenieros y técnicos coreanos continuaron el trabajo iniciado en BTM, aportando su personal labor de investigación y desarrollo. Se consiguieron así modificaciones y mejoras, algunas de ellas tan buenas que BTM decidió incorporarlas a su propio diseño.

Jean-Marie Croymans nació en Maaseik, Bélgica, en 1942. Se graduó en ingeniería comercial por la Universidad de Lovaina en 1965 y al año siguiente obtuvo un MBA en el Instituto Europeo de Administración de Empresas en Francia. En 1968 ingresó en BTM, donde se le asignaron responsabilidades en el departamento financiero; pasó seis meses en Correos y Telecomunicaciones de Zaire, y después trabajó en el departamento de marketing central. Desde 1976 el Sr. Croymans ha sido director del centro de formación de BTM y ha participado en las actividades de la división de formación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones en Ginebra.

Planificación de la transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología para proyectar, fabricar, instalar y mantener complejos sistemas de telecomunicación modernos, requiere una planificación metódica durante varios años. Es esencial que el suministrador de tecnología comprenda enteramente el entorno en que trabaja el receptor y tenga en cuenta los factores humanos implicados en la reorganización y formación.

B. Gervais

Alcatel Advanced Manufacturing
Technology Center, Bruselas, Bélgica

Introducción

Ha sido práctica común de empresas y Administraciones el comprar grandes sistemas de telecomunicación en países tecnológicamente avanzados. Hoy, sin embargo, muchos de ellos prefieren recibir la tecnología necesaria para la ingeniería, fabricación, instalación y mantenimiento de equipos de telecomunicación modernos. La transferencia de la tecnología es un proceso especializado que exige una planificación cuidadosa para tener éxito.

Esta planificación se basa en un plan maestro y un plan operativo detallado. El primero de ellos, que se establece antes de firmar el contrato de transferencia de tecnología, describe el mecanismo general de la misma; después, al llegar a un acuerdo, se prepara un plan operativo detallado que complementa y amplía el plan maestro. A modo de ejemplo, el plan maestro definirá el grado de los directivos a formar y la duración de la formación, mientras que el plan detallado especificará el nombre del directivo y las fechas del curso de formación. Este artículo analiza la manera de definir un plan maestro.

Naturaleza de la transferencia de tecnología

Muchos tipos de proyectos se clasifican como transferencia de tecnología. En el área de fabricación, se puede entender por tal desde la subcontratación del suministro de piezas a la fábrica del receptor hasta la fabricación local de todo el soporte lógico y equipos del sistema. Análogamente, hay un margen amplio en la ingeniería, desde limitarse a controlar la documentación hasta llegar a transferir la plena capacidad de desarrollo, ingeniería y documentación de

parte de un sistema, o incluso el sistema propiamente dicho.

El denominador común de todos estos proyectos es que se han de transferir los conocimientos de organización, gestión y explotación de todos los recursos que el receptor necesita para lograr sus objetivos.

Metodología de planificación

Raras veces, quizá nunca, un proyecto de transferencia de tecnología significará una simple copia de instalaciones, procedimientos y conocimientos. En general, habrá diferencias importantes en organización, volumen de producción, condiciones económicas locales y otros factores, que han de tenerse en cuenta en la planificación. Por ello, el primer requisito metodológico consiste en tomar como centro un conocimiento profundo de las necesidades del receptor y de su entorno.

Para definir el plan maestro de una transferencia de tecnología se tienen que desarrollar y luego integrar dos actividades simultáneas. Primeramente, es esencial analizar y determinar todos los factores que atañen al proyecto y en particular los objetivos del receptor, sus necesidades y sus capacidades. En segundo lugar, hay que construir una trama de transferencia de tecnología, comprobando en cada paso que las hipótesis básicas del plan siguen en línea con aquellos objetivos.

Toma de datos y su análisis

Aunque al planificar una transferencia de tecnología muchos aspectos dependan de las circunstancias del receptor, ciertos principios generales son aplicables:



Estaciones de montaje manuales con ayuda óptica, controladas por ordenador, para ensamblaje de equipo electrónico.

Comprender lo que necesita el receptor

Ante todo, es muy importante comprender las necesidades del receptor, según expresan los *pliegos de condiciones* distribuidos a todas las empresas que licitan para el contrato de transferencia. La mayoría de los requisitos, tales como costes, limitaciones en tiempo, condiciones legales, financieras y comerciales, son comunes a todos los proyectos de esta índole. Sin embargo, dos factores pueden tener una influencia directa en el diseño del plan maestro: la organización del proyecto y la protección contra la obsolescencia tecnológica.

Un problema frecuente durante la realización de un proyecto de transferencia de tecnología, es equilibrar la relación entre el

suministrador y el receptor. De hecho, ellos podrían ser socios y acabar siendo competidores, dependiendo de los términos contractuales. Un buen modo de asegurar el éxito de un proyecto es establecer un acuerdo de asociación durante el período de transferencia, que puede prolongarse una vez completada ésta. Tal solución tiene la ventaja inmediata de que ayuda a sincronizar las acciones necesarias por ambas partes, simplifica las discusiones y crea espíritu de equipo.

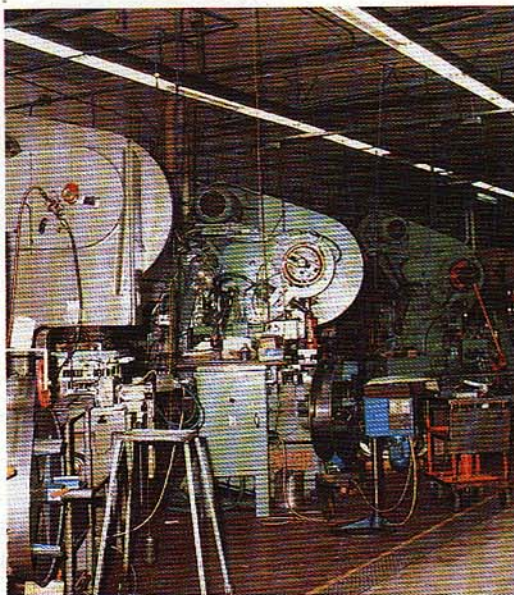
La rapidez de cambio del entorno tecnológico plantea dificultades en la planificación de cualquier transferencia de tecnología. Una forma clásica de asegurar el éxito consiste en transferir sólo aquellos procesos que se hayan probado plenamente en la propia fábrica del suministrador. De esta manera, el receptor se mantiene con un retraso muy pequeño en la tecnología. Sin embargo, esto no carece de importancia cuando pueden aparecer nuevas tecnologías de producto (componentes montados en superficie, optoelectrónica), nuevas tecnologías de fabricación (robots, sistemas de visión automática) y nuevas exigencias de fabricación (flexibilidad, integración de ordenadores).

Comprender los objetivos del receptor

Con frecuencia, las razones de solicitar una transferencia de tecnología no se expresan en los pliegos de condiciones de la licitación, pero en la práctica es muy probable que tales razones afecten de modo importante a las hipótesis en que se basa el suministrador, y en consecuencia al plan maestro que proponga.

Hace una década, el principal objetivo de una transferencia de tecnología era crear puestos de trabajo. Sin embargo, los modernos sistemas de telecomunicación requieren hoy mucho menor potencial humano en fabricación y operación, por lo que el interés se ha desplazado hacia integrarse en una estrategia nacional general para el desarrollo de la base industrial del país, convirtiéndose la tecnología en el foco de la atención. El objetivo del proyecto puede considerarse integrado en un grupo más amplio inscrito en una estrategia nacional a largo plazo, que suele incluir la capacidad de competir con éxito en el mercado internacional.

Un objetivo secundario puede ser el beneficiarse del efecto multiplicador de la tecnología transferida. Se ha demostrado que el sistema educativo nacional mejora a tenor de la necesidad de formar ingenieros y directivos capaces de manejar la nueva tecnología, y que las industrias locales salen ganando cuando se ven obligadas a cumplir requisitos nuevos o más severos que los anteriores.



Línea de prensas para fabricar piezas sueltas.

La plena comprensión de los objetivos del receptor requiere conocimiento del entorno local, es decir, de empresas, servicios y de todos los suministradores de servicios y equipos. Por ello, siempre que sea posible, es preferible que sea una agencia o empresa local quien recoja esta información.

Comprender la autonomía

El grado de autonomía del receptor al finalizar el proyecto puede incluirse entre los requisitos, o bien dejarse a la discreción de los licitantes, especialmente cuando esto afecta al coste del producto. Al tomar la

Comprender el entorno del receptor

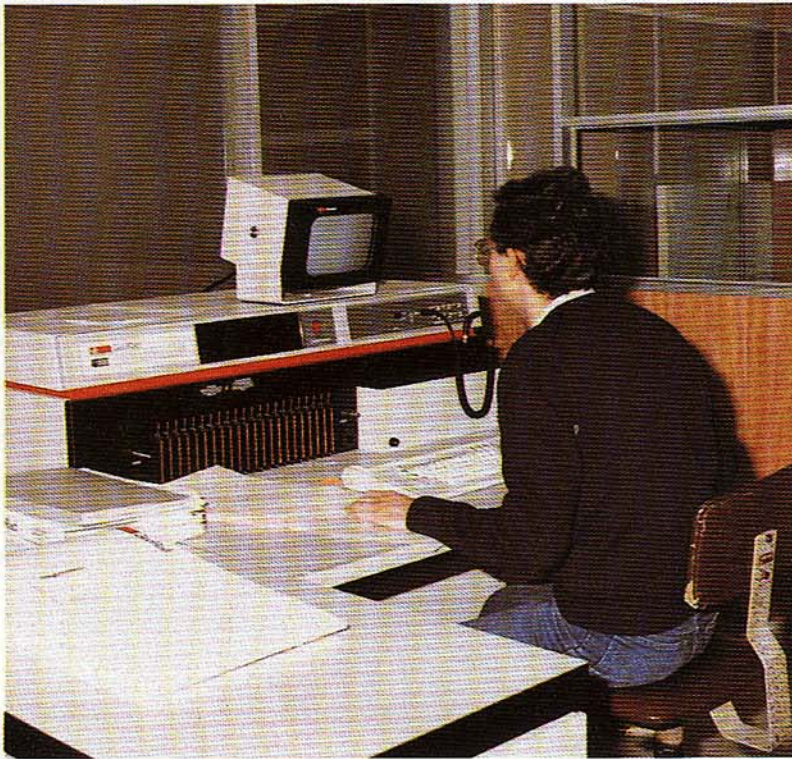
En todo proyecto de transferencia de tecnología, el país del receptor siempre aporta la mano de obra y, en la mayoría de los casos, productos industriales o servicios adicionales, como componentes y piezas sueltas para el producto o maquinaria y equipos de fabricación. El receptor pretende maximizar el valor añadido en su país, y en consecuencia sacar todo el partido posible de la transferencia. Deben evaluarse cuidadosamente los entornos nacional y local, para asegurarse de que son correctos los supuestos relativos a la formación y a la adquisición local de piezas.

El éxito de toda transferencia de este tipo depende mucho de la buena preparación de los empleados del receptor para trabajar con la nueva tecnología. De la exacta valoración de las aptitudes y experiencia locales, puede resultar un programa de formación previo, destinado a constituir la base de conocimientos para cursos siguientes. Si bien, en general, no ha sido difícil el transmitir conocimientos técnicos, la transferencia de aptitudes directivas puede ser más ardua y, en ocasiones, problemática. Por ejemplo, personas que se han comportado bien en la formación, tal vez no sean capaces a su regreso de sacar el partido posible de los conocimientos adquiridos si no se les concede el mismo grado de responsabilidad e iniciativa que en las sesiones del curso.

El propósito de la formación de directivos no es imponer los mismos conceptos de organización aplicados por el suministrador, sino más bien modificar el estilo de organización y gestión del receptor para que se aproveche de la nueva tecnología. Por esta razón, la formación de directivos, si no se hace bien y con comprensión, puede despertar resistencias inconscientes a la evolución que se avecina.

La mayoría de los proyectos de transferencia de tecnología exigen el aprovisionamiento local de cuantas piezas y componentes sea posible, así como que se genere el máximo valor añadido manual en la fábrica del receptor. Es, pues, importante comprobar si se pueden obtener localmente circuitos integrados de baja y mediana escala, circuitos híbridos, circuitos impresos, conectores, cables, etc. En caso contrario, ello afectará adversamente a los costes de fabricación y reducirá el grado de autonomía factible al finalizar el proyecto.

En lugar de eludir este aspecto del proyecto, conviene proponer una política de aprovisionamiento a largo plazo, o bien extender el ámbito del proyecto de transferencia para englobar la fabricación local de algunos componentes estratégicos. Esto puede obligar a establecer nuevos suministradores locales.



Comprobador de circuitos controlado por ordenador para placas de circuito impreso.

decisión, debe recordarse que la plena autonomía del receptor, es decir, la libertad de decidir si continúa o no trabajando con el suministrador de tecnología al finalizar el contrato, tiene un coste, que no siempre es marginal, especialmente cuando las economías de escala no son aplicables por ser demasiado bajo el volumen de producción. A pesar de ello, la autonomía plena puede ser la solución óptima para el receptor si es requisito previo para el éxito a largo plazo de una estrategia industrial nacional más amplia.

En esta fase el plan maestro debe ofrecer la opción de la plena autonomía, aun cuando no esté claramente indicada en el pliego de condiciones.

Construcción del plan maestro

El objetivo principal de todas las actividades de planificación es incorporar cuantas exigencias del receptor sean posibles al tiempo que se minimiza cualquier riesgo técnico. Lo que marca la pauta para la transferencia es el plan de entregas descrito en los pliegos de condiciones.

Plan de entregas

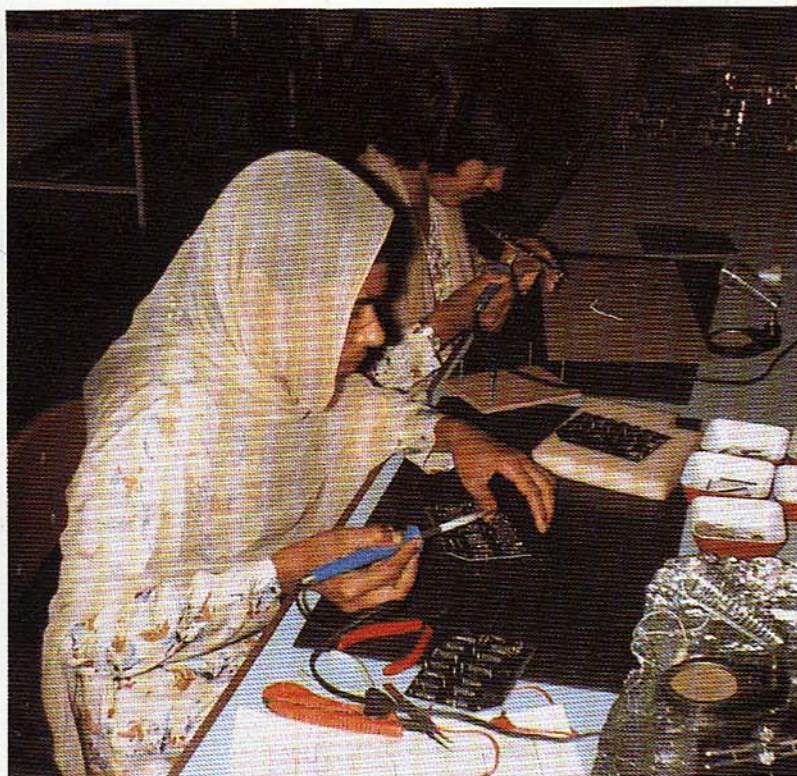
El plan de entregas describe, año por año, el volumen de sistemas o productos a suministrar al cliente final, así como los parámetros técnicos genéricos pertinentes. Estos datos de partida son iguales para todas las empresas que se presentan a la licitación y permiten al receptor evaluar las ofertas sobre la misma base. Cualquier hipótesis adicional necesaria debe ser refrendada por el receptor de tecnología, que la comunica a los otros licitantes.

Plan de fabricación

El plan de fabricación deriva del de entregas, teniendo en cuenta los tiempos de preparación de cada unidad o módulo. En esta fase del proyecto, el plan de fabricación indica las cantidades totales de unidades y módulos que han de ser fabricados en cada trimestre a lo largo del proyecto.

El plan señala cuándo se introducirán nuevas generaciones de productos y cómo se irán sustituyendo los productos anticuados. En general, dichos nuevos productos

Antes de trazar un plan maestro de transferencia de tecnología, hay que examinar la disponibilidad de suministradores locales.



estarán basados en componentes más complejos y avanzados, y en consonancia requerirán tecnologías de fabricación evolucionadas.

Plan de integración

El plan de integración está en el núcleo de la actividad de planificación, y es además la parte más delicada de todo el conjunto. Para cada periodo es preciso decidir lo que se fabricará y dónde se fabricará, sin dejar de respetar las restricciones impuestas por las instalaciones del receptor o la estructura del producto (por ejemplo, necesidad de equipos especiales caros, complejidad de los circuitos).

Tabla 1 – Valor añadido en cada fase de la transferencia

Complejidad del producto	Valor añadido total en la fase		
	Alto	Medio	Bajo
Alta	2	2	2 6 3
Media	1	1	3
Baja	1	1 6 3	3

El principio de la fabricación se divide en varias fases, y en cada una de ellas se escoge qué elementos se van a fabricar analizando la gama de unidades a producir. Así, la tabla 1 muestra el análisis del producto para un plan de integración que consta de tres fases de iniciación.

Durante la fase 1, el objetivo es maximizar el valor añadido manual en la fabricación del receptor, sin introducir los elementos más complejos. A medida que éstos se introducen, es preciso asegurarse de que los ingenieros comprenden su funcionamiento, para poder probar y diagnosticar las unidades en que intervienen. En la fase 2, se fabrican elementos más complejos, todavía sujetos a condiciones económicas para la producción. Finalmente en la fase 3, la producción se completa con elementos de bajo valor añadido; puede incluso suceder que fabricar estos elementos sea antieconómico pero haya una exigencia de autonomía al final del proyecto.

Cada fase de la iniciación debe ir precedida de una preparación, durante la cual se reúnen todos los recursos productivos y se instruye al personal.

El plan de integración resultante se muestra en la tabla 2. Cada periodo puede tener una duración diferente, desde 6 hasta 18 meses, en función del contenido del proyecto y de los condicionantes. La acción final indicada en la tabla 2, es el aumento del volumen de producción. Generalmente,

este volumen aumenta en cada periodo del proyecto, pero no es recomendable acelerar la producción mientras no se hayan resuelto los problemas técnicos, porque el mismo personal tendrá que hacer frente a una mayor producción y a las dificultades técnicas.

Desde la óptica del receptor, el análisis del valor añadido es de gran importancia (Tabla 3). En el ejemplo, se supone que al final del período 5 todo el valor añadido lo generan, bien la fábrica, o bien suministradores locales. La diferencia entre el valor añadido total y el valor añadido local durante la transferencia, es la aportación del suministrador de tecnología. Lo más normal, es medir el valor añadido por el número de horas o por el valor monetario.

Este ejemplo de análisis indica que, en el comienzo, el esfuerzo principal en la fábrica se dedica a aprender y no a incrementar la producción; durante los cuatro primeros periodos, el valor añadido comienza en cero y aumenta hasta el 56%, mientras que, durante el quinto, la fabricación local aumenta un 44%, indicando que el esfuerzo principal se ha dirigido entonces a aumentar la producción.

Al analizar el valor añadido para cada familia de elementos (paneles posteriores de alambrado, cables, piezas de metal o plástico, placas de circuito impreso), el plan de integración exige gran cantidad de cálculos detallados, que a su vez dependen de las tecnologías y métodos empleados en la fabricación. Se emplean medios informáticos para estudiar diversos planteamientos, y se repite el análisis del valor añadido hasta que los objetivos del plan puedan alcanzarse dentro de las restricciones impuestas.

El plan de integración general define casi por completo los planes subsiguientes, aunque algunos de ellos requieren aportaciones externas.

Plan de inversiones

Cada elemento fabricado durante la fase de iniciación exige diversos procesos con sus correspondientes equipos y herramientas. El plan de integración define un detallado plan de producción para la fábrica, los suministradores locales y el suministrador de tecnología. Se calcula luego la carga efectiva para cada elemento del equipo y herramienta, indicando cuándo se necesita cada una. En esta etapa de planificación, se decide si conviene introducir procesos o métodos nuevos o más potentes para sustituir al proceso de iniciación, cuando ello sea justificable económicamente.

El plan de inversiones resultante se deduce calculando, para cada periodo, el coste de instalar el equipo y las herramien-

Tabla 2 — Plan de Integración

Acciones	Periodo				
	1	2	3	4	5
Preparación para la fase 1	[Barra horizontal que cubre el periodo 1]				
Iniciación de la fase 1	[Barra horizontal que cubre los periodos 2, 3, 4 y 5]				
Preparación para la fase 2	[Barra horizontal que cubre el periodo 2]				
Iniciación de la fase 2	[Barra horizontal que cubre los periodos 3, 4 y 5]				
Preparación para la fase 3	[Barra horizontal que cubre el periodo 3]				
Iniciación de la fase 3	[Barra horizontal que cubre los periodos 4 y 5]				
Aumento de volumen	[Barra horizontal que cubre el periodo 5]				

Tabla 3 — Análisis de valor añadido

	Periodo					Total
	1	2	3	4	5	
Valor añadido total en el plan de fabricación	0	30	50	65	100	245
Fase 1	0	9	24	39	60	132
Fase 2	0	0	4	12	30	46
Fase 3	0	0	1	5	10	16
Valor añadido total de la producción local	0	9	29	56	100	194
Producción local en porcentaje de la total	0	30	58	86	100	79

tas en la fábrica, incluyendo el precio de compra y los costes anejos.

Plan de personal

A lo largo de los diversos periodos de planificación, la organización de la fábrica cambia al introducir nuevos procesos. Se establece el plan de personal para tener en cuenta tales cambios, y asegurar al tiempo que se pueden introducir nuevos procesos o aumentar la producción sin afectar a las operaciones existentes (como sucedería suprimiendo personal directo). El plan especifica tanto la cualificación como la experiencia necesarias para realizar cada función en la fábrica.

Plan de formación

El plan de formación consiste en acciones de tres clases:

- formar directivos y algunos operarios expertos en las instalaciones del suministrador (teoría y práctica)
- formar especialistas y trabajadores menos cualificados en las instalaciones del receptor
- proporcionar asistencia gerencial al receptor durante la fase inicial.

Algunos de los datos necesarios para trazar el plan de formación provienen de un análisis directo del plan de integración, mientras que otros proceden del examen de los recursos humanos locales.

Plan de documentación

Como consecuencia del plan de integración, se conocen las necesidades de documentación durante cada fase preparatoria y para cada área. En lugar de entregar al comienzo del proyecto todos los documentos oportunos al receptor, se le van entregando las especificaciones, normas, documentación del producto y datos para la fábrica, a medida que hacen falta. Estos documentos se utilizan también durante el programa de formación. En lo sucesivo, tanto los nuevos documentos como las actualizaciones se distribuyen automáticamente al receptor, de acuerdo con las condiciones contractuales.

Viabilidad y estabilidad del plan maestro

En la planificación, la última tarea consiste en analizar los problemas y riesgos que comporta cada acción. En gran medida esto es cuestión de experiencia, aunque ciertos mecanismos inherentes al plan pueden aumentar las posibilidades de éxito en el resultado final. Como ejemplo, el plan debe atacar el problema del aprendizaje de operaciones secuenciales, con el riesgo de que un paso difícil en la secuencia puede retrasar el aprendizaje del siguiente. El suministrador podría utilizar como mecanismo regulador entregar piezas semiterminadas tras el paso dificultoso, de modo que el proceso de aprendizaje de los pasos siguientes no sufra retraso.

Durante el período de ejecución, el suministrador debe tener flexibilidad suficiente para aceptar cambios en el plan de aprovisionamiento (definido en el plan de integración), de acuerdo con los progresos efectivos del receptor.

Otro mecanismo de seguridad es asegurar que sólo unas pocas operaciones bien conocidas puedan afectar al plan general, en caso de sufrir retraso. La mayoría de las operaciones deberían admitir algún retraso

sin alterar la fecha de terminación prevista para el proyecto de transferencia. El receptor, por su parte, debe aceptar que no conviene revisar el plan con excesiva frecuencia, ya que la revisión de un plan de ejecución es una tarea difícil y puede reducir la eficacia de los mecanismos de seguridad que se incorporaron al plan original, en caso de necesitarse de ellos.

Conclusiones

La planificación de un proyecto de transferencia de tecnología implica definir una trama acertada, dentro de la cual se alcanzan todos los objetivos del proyecto, respetando las restricciones impuestas. La mayoría de tales proyectos exigen un cambio de organización y un extenso programa de formación, afectando ambos al personal de la empresa receptora. La subestimación del factor humano ha demostrado ser la razón principal del fracaso de algunos proyectos.

Uno de los principales requisitos para el éxito es que el suministrador de tecnología tenga un conocimiento cabal de las necesidades, objetivos y capacidades del receptor. Dado que los proyectos de transferencia de tecnología tienden a establecer asociaciones a largo plazo entre las partes involucradas y a ofrecer nuevas oportunidades de negocio, puede ser necesario establecer una asociación que aporte todo lo que requiere una fecunda cooperación. A este respecto, la planificación de una transferencia de tecnología es un proceso fundamental para iniciar una relación larga y fructífera entre ambas partes.

Bernard Gervais nació en París, en 1945. En 1970 se graduó ingeniero en electrotécnica, y al año siguiente ingresó en CGCT, por entonces subsidiaria de ITT, donde dirigió el equipo de ejecución de proyectos avanzados de organización industrial. En 1977 fué nombrado jefe de organización industrial para el Sistema 12, con base en ITC, Bruselas. El Sr. Gervais pasó en 1983 a dirigir los proyectos de operaciones avanzadas en el Advanced Manufacturing Technology Center, y ha participado en la planificación de varios proyectos de transferencia de tecnología. En la actualidad es director de fabricaciones avanzadas en el Alcatel Advanced Manufacturing Technology Center.

Transferencia a la India de la tecnología de la central Alcatel E10

La India es uno de los países mayores del mundo, y no es de extrañar que los contratos de ampliación y modernización de su red telefónica mediante centrales Alcatel E10 representen una de las transferencias tecnológicas de mayor envergadura en el área de la conmutación digital.

J.-M. Buzy-Debat
G. Farrenc
Alcatel CIT, Vélizy, Francia

Introducción

Desde 1972 se han firmado licencias y acuerdos de transferencia de tecnología del sistema de conmutación digital Alcatel E10, abarcando países con características muy diferentes en cuanto a desarrollo industrial y económico, volumen de fabricación local, redes existentes, relaciones contractuales con el suministrador de la red (Administración o compañía privada) y otros. El segundo en importancia de estos acuerdos, después del de la Unión Soviética, es con la India. Las centrales Alcatel E10 se están instalando actualmente en la India a ritmo acelerado, según los contratos firmados en 1982 y 1983.

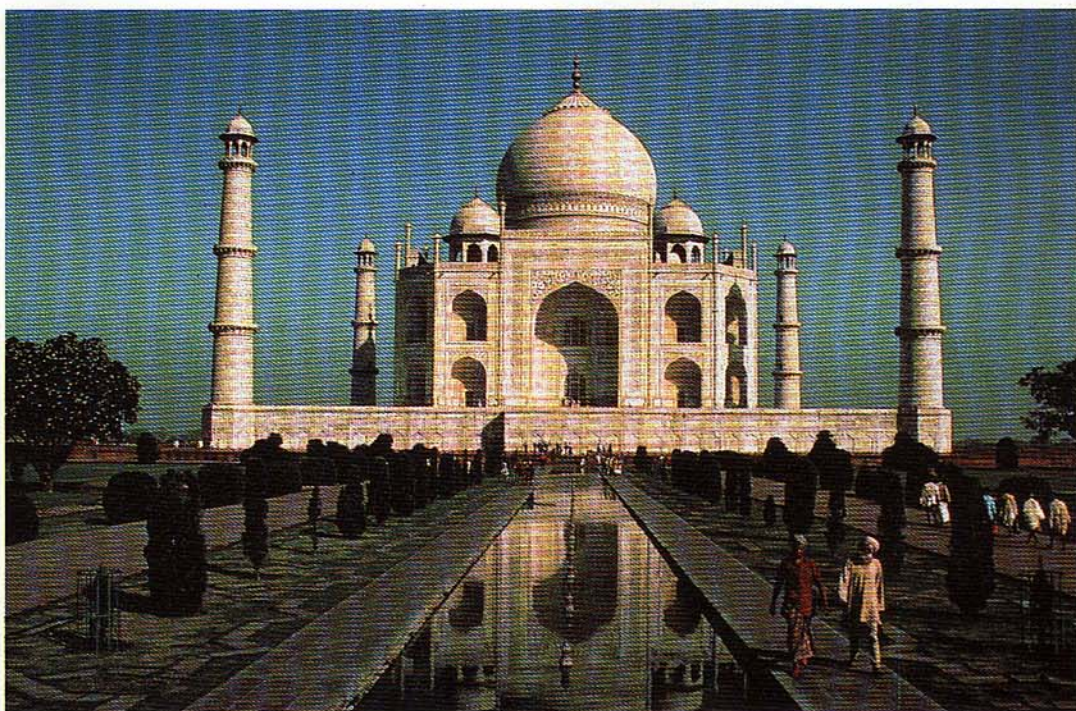
Estos contratos, que incluyen el establecimiento de dos unidades de producción local en lugares opuestos del país, tienen

como fin el transferir los conocimientos técnicos y la experiencia adecuados para implantar una moderna red digital basada en el sistema E10. Cubren la planificación de la red, la ingeniería, fabricación, desarrollo y producción de los paquetes de programación, la instalación, y la operación y mantenimiento de las centrales y el equipo asociado. También abarcan otras actividades relacionadas, como gestión de producción, aseguramiento de calidad, y obtención de componentes electrónicos.

El entorno

Se abre un abismo entre los recursos económicos, industriales y humanos de la India y su red telefónica. La población en 1985 era de 768 millones, con el 76,7% de

La transferencia de tecnología de conmutación digital E10 a la India es uno de los mayores programas mundiales de este género. Al final del proyecto, el socio indio será plenamente autónomo en esa tecnología. El sistema E10 se utilizará para modernizar la red india, actualmente carente de medios para fomentar un rápido crecimiento industrial.



Revisión final de una central E10 antes del corte.



campesinos, y se espera alcanzar los 1000 millones para el año 2000. En contraste, en 1983 sólo había 3.200.000 teléfonos, 1 por cada 228 habitantes. Fuera de las ciudades más importantes los teléfonos son pocos y muy dispersos. Los campesinos y moradores de poblaciones con menos de 10.000 habitantes sólo aportan un 10% de los abonados telefónicos. Apenas el 10% de las casi 600.000 ciudades, pueblos y otras comunidades de la India están unidas a la red telefónica. Si bien grandes sectores de la población caen fuera de la economía monetaria, está claro que la India tiene acuciante necesidad de una red telefónica mayor.

En las propias ciudades, hay largas listas de espera, y la calidad del servicio, excelente a veces, es muy variable. Antes de la instalación del equipo digital E10, la mayoría de las centrales empleaban conmutadores Strowger; también las hay de barras cruzadas que utilizan el sistema Pentaconta, modificado y mejorado por los ingenieros indios.

El servicio telefónico es sobre todo local: el tráfico interurbano significó menos del 2% de todas las llamadas en 1982, y el internacional menos del 0,03%. Por ser inadecuados los servicios internacionales, gran parte de la comunicación a larga distancia se hace por telégrafo en vez de por teléfono.

Los objetivos definidos hace años para 1990 incluían la terminación de la red interurbana para todas las poblaciones de más de 50.000 habitantes, y la provisión de al menos un teléfono dentro de los 5 km de

cualquier localidad habitada. En noviembre de 1986 el Primer Ministro de la India manifestó:

“Lo que la India necesita hoy no es un simple crecimiento y perfeccionamiento tecnológico. Nos disponemos a dar un salto, porque si recorremos el proceso completo, con cada paso no sólo seguiremos retrasados sino que nunca podremos ponernos al día, y además sufriremos todos los aspectos negativos por los que han pasado ya los países desarrollados”.

Aplicando esta filosofía, el gobierno de la India decidió cambiar su red telefónica produciendo el más moderno equipo de telecomunicación, a muy gran escala. El gobierno opta por la conmutación digital, y proyecta implantar servicios RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). El sistema de conmutación E10 se considera uno de los elementos clave de esta evolución.

Se escogió el sistema E10 por varias razones:

- Está totalmente desarrollado y probado en funcionamiento en docenas de países (55 según el último cómputo).
- Ha demostrado ser adecuado para todo tipo de redes: grandes ciudades, pequeñas poblaciones y áreas rurales.
- Alcatel CIT tenía más de 10 años de experiencia en la fabricación de equipo de conmutación digital.
- Se había transferido con éxito tecnología E10 para fabricación en varios países, como Polonia e Irlanda.

- Alcatel CIT propuso un paquete de transferencia tecnológica y de fabricación local que desdeñaba la "cultura del kit", y estaba ideado para conseguir gradualmente la integración total del desarrollo y fabricación del producto en la India.

La India optó por un sistema avanzado de telecomunicación para atender las demandas cada vez mayores y más complejas de sus modernas industrias, y enlazar centros de actividad económica y administrativa alejados miles de kilómetros, criterios a los que responde el sistema E10. Cuando éste se introdujo, la conmutación digital por división

1956 con sólo 20 ingenieros e investigadores, pero ahora tiene una plantilla de más de 400 empleados. Colabora en la adaptación a las condiciones locales del equipo fabricado bajo licencia en la India, y por su cuenta ha desarrollado equipos de transmisión y otros productos para la red india.

En cuanto al IPT, ha sido reemplazado a efectos contractuales por el DOT (Department of Telecommunications).

Los contratos firmados en 1982 con Alcatel CIT cubrían:

- El establecimiento por ITI de una planta para fabricar centrales locales E10 con capacidad de 500.000 líneas por año, en Mankapur, en el distrito Gonda de la provincia Uttar Pradesh, al norte de la India. Uno de los contratos regía el suministro por Alcatel CIT de equipo de fabricación y componentes. El otro era el acuerdo concreto de transferencia de tecnología y "saber-hacer" en fabricación, incluyendo entrega de documentación, formación y asistencia técnica.
- La colaboración de Alcatel CIT y el TRC en obtención de nuevos productos, adaptación de los productos Alcatel a las demandas locales, investigación, y producción de programación. En particular, Alcatel CIT aceptó suministrar al TRC paquetes de diseño asistido por ordenador, compiladores, y herramientas para desarrollo y producción de programas elaborados para los sistemas de conmutación Alcatel.
- Suministro al IPT de 200.000 líneas de equipo de conmutación E10 (23 centrales), más equipos y servicios auxiliares como repartidores principales, plantas de energía, documentación y formación. Se confió al IPT la instalación (con la supervisión de Alcatel CIT) y el mantenimiento de las centrales.



Inspección y prueba automatizada de placas impresas E10 en la fábrica de Mankapur.

temporal había demostrado su superioridad técnica y económica sobre los métodos analógicos de división espacial. Aunque puesto al día, el sistema se basa en tecnologías acreditadas, lo cual es importante para una acertada transferencia tecnológica.

El consorcio

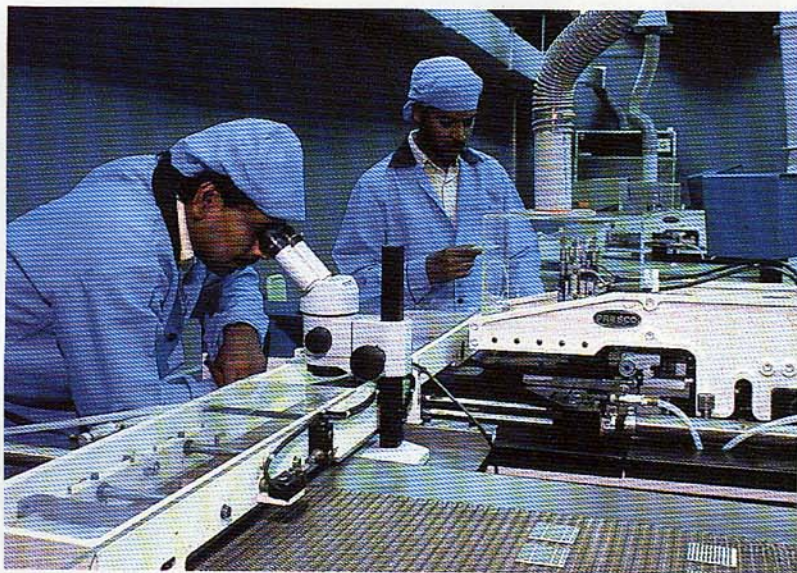
El 24 de julio de 1982 comenzó una asociación de amplio alcance entre las comunidades de telecomunicación india y francesa, firmándose contratos entre Alcatel CIT y el IPT (Indian Posts and Telegraph Department), la ITI (Indian Telephone Industries Limited), y el TRC (Telecommunications Research Centre of India).

La compañía ITI, controlada por el estado, es el mayor fabricante indio de equipo de telecomunicación, con considerable experiencia en la producción de equipo de transmisión y conmutación. Más de 30.000 empleados trabajan en sus seis factorías.

El TRC es la organización nacional de I+D en telecomunicaciones. Se creó en

Estos contratos, que entraron en vigor el 10 de agosto de 1982, iban acompañados de acuerdos con otras organizaciones francesas de telecomunicación. Sofrecom, subsidiaria de la Administración francesa, obtuvo un contrato del IPT para servicios de ingeniería, y constituyó el cauce por el que se transfería la experiencia de dicha Administración en la introducción de equipos digitales. Se firmó también un acuerdo de I+D entre el TRC y su equivalente en Francia, el CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications). Por último, hay un convenio entre las Administraciones de Francia y la India, por el que la primera se compromete a facilitar apoyo y capacidad técnica para otros contratos.

Con todo esto se buscaba que la transferencia de tecnología respondiera a dos



Control de calidad de placas impresas E10 producidas en la factoría de Mankapur.

critérios esenciales. Primero, los recursos de la nación receptora debían desarrollarse y crecer no sólo en el área de fabricación, sino también en cuanto a la formación, servicios de ingeniería e I+D. Segundo, las relaciones no debían ser unilaterales, y el flujo de información debe beneficiar a ambas partes. En otras palabras, los dos socios deben unir sus conocimientos y recursos para fabricar equipo en el país receptor, adaptarlo a las especificaciones locales, mejorarlo y perfeccionarlo, y preparar estructuras de mantenimiento y operación ajustadas al medio existente. La finalidad era capacitar al receptor para adquirir la mayor autonomía posible y desarrollar mejoras sin ayuda del suministrador.

Prueba y clasificación de placas para el control de calidad.



Alcatel CIT firmó más tarde otros contratos. Uno se refería al establecimiento por ITI de una fábrica en Palghat, provincia de Kerala, al sur de la India, capaz de una producción inicial de 30.000 circuitos/año en centrales E10 de tránsito. Como en este sistema las centrales locales y de tránsito tienen la misma tecnología, quedaba limitado el campo de nuevas transferencias de tecnología y licencias para esa factoría.

El otro contrato cubría el suministro de centrales de tránsito E10 con capacidad total de 22.000 circuitos; más equipo auxiliar (repartidores y planta de fuerza) y servicios relacionados.

Las 22 centrales locales comprendidas en la primera serie de contratos se han puesto en servicio y funcionan en varias partes del país: la primera se entregó para pruebas en Bombay en diciembre de 1983 y la última a principios de 1985. Las primeras centrales de tránsito entraron en servicio en febrero de 1987, y la última fue entregada por Alcatel a finales de 1986.

Dentro de estos contratos de suministro, Alcatel CIT ha ayudado al receptor a establecer centros de reparación de circuitos impresos y un centro de programación, así como otro de formación para el personal de operaciones, mantenimiento e instalación.

La fábrica de Mankapur está en operación y alcanza la productividad planificada, que crece gradualmente hacia su máxima capacidad anual de 500.000 líneas. La fábrica de Palghat entregará su primer equipo este año.

Fábrica de Mankapur

Mankapur es una localidad notablemente aislada para una fábrica que ha de producir centrales basadas en circuitos integrados y otros componentes electrónicos. La fábrica se construyó en un terreno absolutamente desprovisto de todas las instalaciones que suelen acompañar a la industria avanzada. Así, la ITI hubo de encarar problemas de suministro eléctrico y de agua, comunicaciones, carreteras de acceso y alojamiento para los trabajadores de la planta.

Se creó la necesaria infraestructura y se diseñaron y construyeron las instalaciones con la ayuda de Alcatel CIT. De la nada surgió una población, con hospital, centro comercial, hotel, cine, centro deportivo, y 1000 viviendas para las 3000 personas que trabajan en la fábrica. ITI suministró igualmente una estación generadora de energía, agua potable y para usos industriales, equipos de depuración de aguas, la mayor planta de aire acondicionado de la India y una red local de carreteras.

El gobierno mejoró los accesos al lugar, construyendo un puente para reemplazar al cruce por transbordador en la carretera de

Lucknow, a unos 150 km. En un futuro próximo está prevista la construcción de un pequeño aeropuerto para aviones ligeros.

El aislamiento del sitio no afectó a los planes de ITI y Mankapur es una planta integrada. En un total de 40.000 m² edificios, tiene talleres que producen circuitos integrados híbridos, conectores, relés, componentes bobinados, barras colectoras, metalistería y otras piezas, tanto para sus necesidades propias como para las de la fábrica de Palghat en el extremo opuesto del país. Otros talleres ensamblan estas piezas y los componentes comprados internamente para formar unidades E10 y después las centrales completas. Realizan complejas y refinadas operaciones en la producción y pruebas de placas impresas, y en las pruebas de integración de las centrales antes de su entrega. También incluye la fábrica un centro de reparación de placas impresas.

El equipo de producción se obtuvo tanto de Alcatel CIT como de los mercados nacional indio e internacional, basado en las especificaciones y asesoramiento de dicha firma. En total, la ITI administró directamente casi dos tercios de la inversión total en la planta de Mankapur. Casi la mitad del equipo de producción suministrado por Alcatel CIT fue equipo de pruebas de fabricación propia, específico del sistema E10.

La ITI contrató por toda la India ejecutivos, ingenieros y muchos de los técnicos especializados, y los envió a Francia para su formación. La mayoría del personal menos especializado fue contratado e instruido localmente, lo cual aportó una buena ayuda a la economía local.

En el año que va de abril del 86 a marzo del 87, la planta de Mankapur consiguió su meta de producción, 120.000 líneas de equipo de conmutación entregadas al Departamento de Telecomunicaciones de la India. Los volúmenes de producción previstos para los siguientes tres años son 220.000, 440.000 y 500.000 líneas (máxima capacidad de la planta) respectivamente.

Hasta ahora, el 100% de los componentes electrónicos comprados han venido a través de Alcatel CIT. Sin embargo, esta proporción bajará al 30% anual a partir de abril de 1987 (principalmente componentes a utilizar en la producción de 1988). Una ventaja del sistema E10 en cuanto a la transferencia de tecnología es que no emplea ningún dispositivo patentado. Las centrales se pueden construir casi enteramente con componentes, incluso los circuitos integrados propios de la aplicación, que se pueden conseguir de diversas fuentes. Alcatel CIT, sin embargo, vincula sus garantías contractuales a la observancia de sus especificacio-

nes para adquisición y aceptación de componentes, a las que se adhiere la ITI. La planta de Mankapur aplica estrictos y documentados métodos de aseguramiento de la calidad para la selección y auditoría del suministrador, y para la inspección de entrada y prueba de componentes. Se espera que una elevada proporción de los VLSI de las centrales se continúe obteniendo de fuentes francesas, pero sin la intervención de Alcatel, hasta el momento en que puedan obtenerse de la ambiciosa pero novel industria india de semiconductores.

Fábrica de Palghat

La fábrica de ITI en Palghat, que empezó a producir en mayo de 1987, proyecta fabricar entre 25.000 y 30.000 circuitos de equipo de conmutación de tránsito en el año que empieza en abril de 1987, alcanzando su producción máxima inicial de 30.000 circuitos al año siguiente.

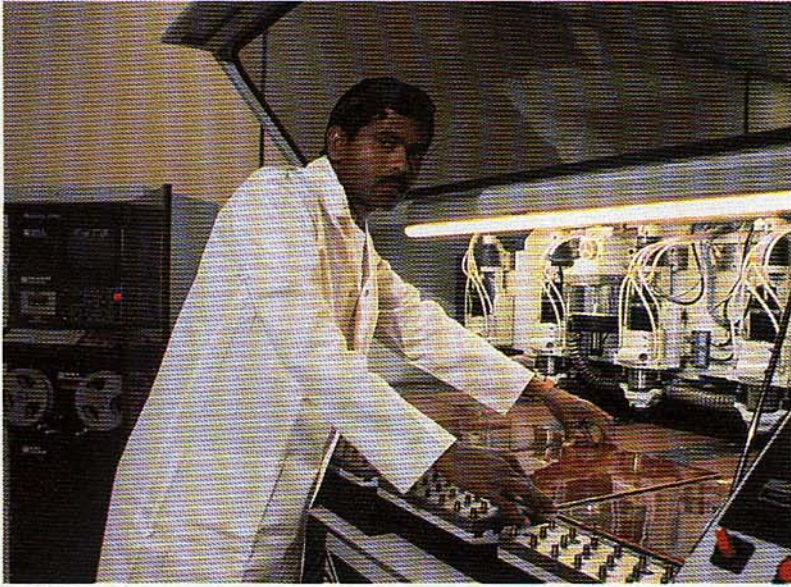
Los edificios y los medios de producción básicos se han diseñado para duplicar esta cifra, permitiendo que la planta llegue rápidamente a los 60.000 circuitos/año si así lo requiere el mercado. Como alternativa, la capacidad sobrante puede utilizarse para fabricar algún otro producto.

Formación

La formación exhaustiva ha sido un factor clave en la introducción satisfactoria de la conmutación digital en la India. Ha involucrado a empleados de ITI en las fábricas de Mankapur y Palghat, a personal del DOT asignado a la instalación, operación y mantenimiento del sistema E10, así como a ingenieros de investigación, y personal de desarrollo y producción de programación del TRC.

Se han capacitado en Francia más de 400 ingenieros y técnicos, incluyendo los instructores que a su vuelta a la India capacitarán al personal. Se ha impartido instrucción adicional en el Advance Level Telecommunications Training Centre en Ghaziabad, a 30 km. de Delhi, centro establecido en colaboración con la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), con fondos del programa de desarrollo de las Naciones Unidas. El personal de ITI ha recibido asimismo instrucción en las dos fábricas. De todo esto ha resultado lo siguiente:

- La planta de Mankapur ha cubierto plenamente sus objetivos de producción y está entregando equipo de excelente calidad en concordancia total con las especificaciones del DOT.



Máquinas perforadoras automáticas utilizadas en la fabricación de placas impresas para centrales digitales E10.



Placas impresas defectuosas reparadas en la fábrica de Mankapur.

- Se posee ya experiencia y medios para desarrollar y producir de un modo autónomo la programación de los servicios específicos de la red india. La adaptación de centrales para los sistemas de señalización local, interfaces interurbanos, etc., se ha realizado hasta ahora por Alcatel CIT como parte de los contratos de suministro de centrales. Si se solicita por el receptor, al final del periodo contractual de garantía se le entregará el código fuente de los programas de conmutación.
- En la India se llevan a cabo actualmente estudios independientes de ingeniería de redes digitales, utilizando herramientas avanzadas asistidas por ordenador. Se incluye aquí la planificación de redes y el dimensionado y especificación de las centrales en función de la demanda presente y prevista.
- El TRC está desarrollando nuevos productos digitales y preparándose para una evolución futura del mercado, tanto por su propia cuenta como en colaboración con Alcatel CIT y el CNET.

El número de franceses de Alcatel CIT asignados al proyecto en la India ha bajado progresivamente hasta unos 50 en la actualidad, a medida que el personal local ha ido asumiendo responsabilidades.

Está claro que la India ha superado ya la fase de fabricación local y camina hacia el objetivo de una suficiencia total en todos los aspectos de las tecnologías de redes digitales. Se continúa así una larga tradición en la India: aprovechar los conocimientos y la tecnología importados para fortalecer la industria local. Muchos de los productos de telecomunicación que salen de las fábricas indias han sido diseñados en el país, y la mayor parte de los productos fabricados bajo licencia han sido adaptados a las necesidades de la red nacional. Ya en 1974 los ingenieros indios desarrollaron un sistema de conmutación experimental por control de programa almacenado, sin otra información que la aparecida en publicaciones y revistas extranjeras.

Al contrario de muchos países en vías de desarrollo, a la India no le faltaban investigadores o ingenieros de clase superior. Los DOT, ITI y TRC confían en su capacidad para asimilar totalmente la tecnología de conmutación digital E10.

El futuro

Para la sincronización de las redes digitales integradas de Delhi y Bombay se suministrará equipo de sincronización y relojes

- La ITI conseguirá, en el futuro, por sí misma la mayoría de los componentes VLSI y otros de adquisición directa, sin el auxilio de Alcatel CIT.
- El personal de DOT ha aprendido a instalar, probar y mantener el equipo prácticamente sin ayuda. Sólo hay actualmente un ingeniero francés en cada lugar para prestar asistencia técnica en la instalación y prueba de las centrales. Esta presencia mínima pronto será innecesaria.
- Las placas de circuito impreso defectuosas o con fallos que pertenezcan al equipo de conmutación se reparan en el centro apropiado del DOT en Bombay o en la fábrica de Mankapur.

atómicos de referencia. Ello permitirá establecer entre las centrales E10 una conexión digital de 64 kbit/s de extremo a extremo.

A continuación, la creación de enlaces de transmisión digital entre ciudades permitirá la interconexión de las RDI (redes digitales integradas) locales y posibilitará el uso de la red telefónica pública digitalizada para la comunicación de datos a alta velocidad, atendiendo así las necesidades de las industrias avanzadas y de la comunidad financiera de la India.

Se prevé introducir la señalización por canal común CCITT n° 7 mediante adiciones de equipo físico y programación a las centrales E10, probablemente para 1988.

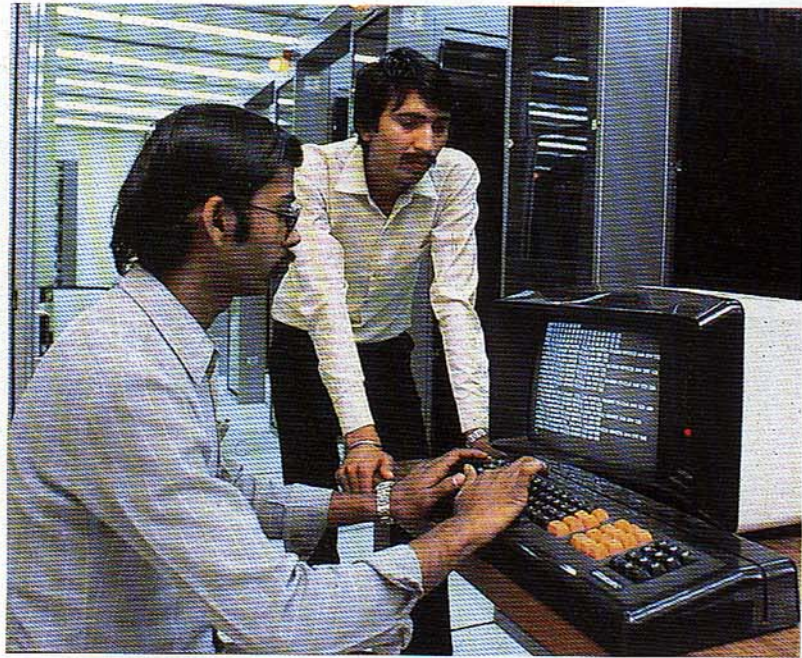
Según otros planes, ITI fabricará unidades de acceso digital de abonado (CSN). Esta nueva generación de unidades de conexión de abonado de las centrales E10, totalmente digitales, usan codificadores/decodificadores para las líneas de abonados analógicos, y constituyen multiplexores remotos, que son de particular importancia en un país de tan baja densidad telefónica como la India. Además, las CSN pueden atender a cualquier combinación de líneas de abonado analógicas y digitales RDSI. Estas últimas pueden ser líneas de acceso básico de 144 kbit/s o líneas de acceso primario de 2,048 Mbit/s.

Las CSN son, pues, el elemento final en la evolución hacia una RDSI. Los ingenieros indios han sido invitados a participar en las pruebas de campo RDSI que comienzan ahora en Francia. Se han estudiado posibles propuestas para pruebas de campo RDSI similares en la India usando el sistema E10 con las CSN.

Asimismo se mantienen conversaciones para extender la cooperación entre Alcatel y la Administración india a otras clases de equipos e instalaciones de fabricación.

Conclusiones

Es notorio que la transferencia de tecnología para la fabricación local de centrales digitales E10 en la India ha sufrido muy



Prueba de calificación de una central Alcatel E10 por personal del DOT.

pocos problemas desde que se firmaron los contratos en 1982 y 1983. Ciertamente esto se debe en parte a la experiencia previa de Alcatel CIT en transferencia de tecnología para el mismo sistema. Sin embargo, también es el resultado de una cultura industrial en la India, que ha demostrado su alta capacidad tecnológica en áreas tan diversas como la aeroespacial y la energía nuclear.

Jean-Marie Buzy-Debat nació en Burdeos, en 1940. Tras graduarse en la Ecole Supérieure d'Electricité, pasó un año en la Universidad de Maryland. Ingresó luego en Schlumberger, y en 1969 entró en el grupo Alcatel, primero como experto técnico y después como jefe de proyecto. Desde 1978, el Sr. Buzy-Debat ha dirigido el departamento responsable de contratos de exportación de la división de conmutación pública de Alcatel CIT.

Gérald Farrenc nació en Boulogne/Seine, en 1953. Después de graduarse en la Ecole Centrale de París, en 1977, pasó 18 meses en México investigando sobre nuevas fuentes de energía. El Sr. Farrenc entró en Alcatel CIT el año 1979, y en 1983 se le encomendaron los contratos de la división de conmutación pública para centrales internacionales y sistemas de operadoras. Desde principios de 1986 es responsable de los contratos con la India.

En este número

Harper, R. P.

Transferencia de tecnología: introducción

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 144-152

La adquisición de tecnología y la transferencia de conocimientos y técnicas son un proceso esencial en toda sociedad industrial. El autor describe los métodos empleados para transferir tecnología y demuestra que tanto el que cede la licencia como el que la recibe se benefician de la transacción. La experiencia del suministrador es un elemento clave para que la transferencia de tecnología resulte eficaz. Como resultado de su propia necesidad de transferir tecnologías avanzadas entre sus compañías de todo el mundo, ITT tiene una experiencia excepcional en este campo que la convierte en un suministrador ideal de productos y técnicas de alta tecnología.

Rothmaier, K.; Verhille, H.

El Sistema 12: un producto paneuropeo

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 153-159

El Sistema 12 se desarrolló conjuntamente en varios centros de diseño, obligando a desarrollar e implantar procedimientos para la transferencia de tecnología y "saber-hacer" a otras casas de ITT o licenciatarias. Los autores analizan el método utilizado para asegurar la transferencia eficaz y continuada de la información en el Sistema 12, demostrando su impacto sobre el proceso entero del desarrollo. En particular, consideran las áreas de control de configuración, procedimientos estandarizados de fabricación e instalación, y el control y documentación del producto. La experiencia del Sistema 12 demostró que la atención temprana a todos estos aspectos ha garantizado una fácil transferencia de tecnología tanto dentro de ITT como a las licenciatarias.

Wisdom, G. J.

Transferencia de tecnología de programación del núcleo genérico del sistema 12

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 160-165

La transferencia de tecnología de programación es parte esencial del enfoque distribuido adoptado en el desarrollo del Sistema 12 de conmutación digital. El núcleo genérico, base de todos los paquetes lógicos de las centrales, se elaboró conjuntamente por casas de ITT en varios países, y se está utilizando en aplicaciones desarrolladas en otras compañías. Este artículo describe las técnicas utilizadas para transferir, tanto los paquetes de componentes lógicos que constituyen el núcleo como el núcleo en sí mismo, entre los centros de desarrollo ITT y sus licenciatarias.

Gessinger, H.; Hasler, G. W.; Hiller, W.

Programa de transferencia de tecnología para la PABX digital 5200 BCS

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 166-172

La centralita 5200 BCS, un modelo digital avanzado desarrollado por ITT Austria (ahora Alcatel Austria), ha tenido un éxito excepcional, y se está vendiendo actualmente en más de 50 países. Esto se ha logrado combinando la exportación directa con acuerdos de transferencia de tecnología. Ya que dichos acuerdos se han negociado tanto con avanzadas casas fabricantes europeas como con asociadas en países menos industrializados, ha sido necesario elaborar una estrategia flexible para la transferencia del bagaje tecnológico. Los autores describen los problemas surgidos al implantar dicho programa y los métodos aplicados para asegurar una acertada transferencia de la tecnología de la 5200 BCS.

Van Gestel, K.

Red de datos de la Compañía para intercambio de información

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 173-177

A medida que los proyectos y los desarrollos se tornan internacionales, es importante tener un medio de comunicación eficaz que permita el intercambio rápido y exacto de información. El autor describe la red de datos interna de ITT, la cual integra en una sola red mundial las redes de las compañías individuales y por tanto permite al personal de gestión, ingeniería y administración el acceso a las facilidades de intercambio de información en el seno de la Compañía.

Van Malderen, R.

Transferencia mundial de tecnología de telecomunicaciones

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 178-185

La transferencia internacional de tecnología es un factor significativo en la redistribución del poder económico a nivel mundial. El autor examina tres categorías principales de transferencias, y analiza la acción de transferir tecnología en relación con el nuevo entorno, las partes involucradas y los diversos niveles a los que puede transferirse tecnología, a fin de obtener resultados beneficiosos para las partes interesadas. El autor considera en especial la transferencia de tecnología de conmutación, ya que es el más complejo de los proyectos de telecomunicaciones, y muestra por qué el sistema de conmutación digital, Sistema 12, resulta particularmente apropiado para esta transferencia.

Zhou Huasheng; Kerkhofs, M.

Transferencia de tecnología del Sistema 12 a la República Popular China

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 186-193

La transferencia de tecnología ha sido durante varias décadas uno de los valores clave de BTM. Los autores describen la transferencia de tecnología del Sistema 12 a la República Popular China, uno de los más ambiciosos programas nunca emprendidos para transferir tecnología de vanguardia y capacidad de fabricación a gran escala. Los autores resaltan además la política del gobierno central chino, que ha promulgado recientemente ciertas medidas para alentar las inversiones extranjeras y promocionar empresas tecnológicamente avanzadas en la República Popular.

Cheng-Wen Cheng; Persson, S. Y.

Transferencia de tecnología a Taiwan: del Metaconta 10C al Sistema 12

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 194-200

La transferencia de tecnología es un método eficaz para acelerar el progreso industrial de los países en vías de desarrollo. Taiwan International Standard Electronics Limited (TAISEL), empresa mixta fundada en 1973 por la Dirección General de Telecomunicaciones (Taiwan) e ITT, es un ejemplo acertado de tal procedimiento.

Nollet, M.; Spiessens, W.; Ócal, D.

Telecomunicaciones en Turquía: Sistema 12 y otros productos

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 201-207

Turquía siempre ha estado deseosa de establecer su propia industria de telecomunicaciones. El crecimiento actual es el resultado del ambicioso programa de expansión de la Administración turca, del potencial de TELETAS y de la transferencia del "saber-hacer" desde compañías ITT experimentadas. Los autores describen la situación actual en Turquía y la transformación de TELETAS en una importante compañía de fabricación de productos de conmutación y de transmisión. El amplio acuerdo de licencias entre TELETAS y BTM/ITT, que beneficia a ambas partes, cubre diversos productos de telecomunicación. El "saber-hacer" se transfirió en su mayor parte en 1985-86, y la producción comenzó satisfactoriamente en 1986.

Quaeyhaegens, J.

Transferencia de tecnología a Corea

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, n° 2, págs. 208-212

En 1978 BTM comenzó a transferir tecnología a Corea. Un primer proyecto amparaba la transferencia de tecnología METACONTA 10CN*, y en gran parte por el éxito de este programa el licenciataria coreano decidió que BTM le transmitiera la tecnología del Sistema 12. El autor describe las condiciones locales que afectaron a ambas transferencias, mostrando en particular cómo la primera de ellas creó un entorno tecnológico que ha facilitado la introducción de la avanzada tecnología del Sistema 12 de conmutación digital.

* Marca registrada del Sistema ITT.

Simpson, R. M.

Transferencia al Japón de tecnología de programación para conmutación de paquetes

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, nº 2, págs. 213-218

Los programas de los modernos sistemas de telecomunicación se dan normalmente en la forma y soporte adecuados para su ejecución en el equipo físico. Sin embargo, cuando el usuario desea realizar, modificar y prestar soporte a los programas por sí mismo, el suministro de éstos es de naturaleza diferente; de simple entrega de un producto se convierte en transferencia de tecnología. El autor describe cómo se realizó dicha transferencia para el sistema de conmutación de paquetes DPS 1500 a Toshiba en Japón, incluyendo en ella varias clases de programas, documentación completa y una extensa formación para los ingenieros de Toshiba.

Croymans, J. M.

Formación técnica para la autonomía de los receptores de tecnología

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, nº 2, págs. 219-225

Cuando se transfiere un sistema técnicamente avanzado de un suministrador a un receptor no basta con transferir la tecnología. Sin una capacitación eficaz los ingenieros del receptor no podrán instalar, operar, mantener y modificar el sistema. El autor describe cómo el Centro de Formación de BTM proporciona programas completos de formación dentro de todo contrato de transferencia de tecnología. En el Centro y en equipo educativo especial, así como en la propia planta del receptor, se da instrucción tanto teórica como práctica. Su finalidad es asegurar que los ingenieros adquieran toda la capacidad necesaria para dominar el sistema de forma eficaz sin depender del suministrador.

Gervais, B.

Planificación de la transferencia de tecnología

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, nº 2, págs. 226-231

Algunas empresas y Administraciones de telecomunicación prefieren adquirir los medios de proyectar, fabricar, instalar y conservar sistemas avanzados a través de una transferencia de tecnología, en vez de limitarse a comprar sistemas completos. En muchos casos, esto es una decisión estratégica para desarrollar la capacidad industrial del país receptor. La planificación de los proyectos de transferencia de tecnología se traduce en una propuesta que debe recoger las necesidades del receptor y estar respaldada por una evaluación profesional de las condiciones locales. El autor presenta una metodología utilizada con éxito para preparar propuestas de transferencia de tecnología.

Buzy-Debat, J.-M.; Farrenc, G.

Transferencia a la India de la tecnología de la central Alcatel E10

Comunicaciones Eléctricas (1987), volumen 61, nº 2, págs. 232-238

La India es uno de los países más grandes del mundo y tiene abundantes expertos en las áreas de alta tecnología, pero su red telefónica se ha quedado inadecuada para atender las demandas del progreso industrial. Cuando el gobierno de la India pensó en modernizar la red, decidió pasar de un sistema tipo Strowger al sistema E10 de conmutación digital, así como transferir a su país la tecnología E10 completa para potenciar la capacidad tecnológica nacional y asegurar un progreso ininterrumpido hacia la meta final de introducir la RDSI en la India. Los autores subrayan los contratos y los pasos dados para asegurar la transferencia satisfactoria de dicha tecnología E10, describiendo los avances hasta la fecha.

Oficinas Editoriales

La correspondencia relacionada con las diferentes versiones de Electrical Communication debe dirigirse al editor correspondiente:

Rod Hazell
Electrical Communication
Great Eastern House
Edinburgh Way
Harlow, Essex
England

Wolfgang Schmid
Elektrisches Nachrichtenwesen
Lorenzstrasse 10
7000 Stuttgart 40
Bundesrepublik Deutschland

Antonio Soto
Comunicaciones Eléctricas
Ramírez de Prado, 5
28045 Madrid
España

Jean-Pierre Dartois
Revue des Télécommunications
ALCATEL N.V.
33 rue Émeriau
75 725 Paris CEDEX 15
France