

Sistema integrato delle telecomunicazioni (IFS) : stato del nouvo progetto

Autor(en): **Trachsel, Rudolf / Bachofner, Peter / Bütikofer, Jean-Frédy**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **62 (1984)**

Heft 11

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875807>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sistema integrato delle telecomunicazioni (IFS): stato del nuovo progetto¹

Rudolf TRACHSEL, Peter BACHOFNER e Jean-Frédéric BÜTIKOFER, Berna

Integriertes Fernmeldesystem (IFS): Stand des neuen Projektes

Zusammenfassung. Der Übergang von der Analog- zur Digitaltechnik im schweizerischen Fernmeldenetz begann Ende der 60er Jahre mit der Einführung digitaler PCM-Übertragungsstrecken. Ein zweiter Schritt steht von 1986 an bevor mit der Anpassung der Zentralen. Das neue IFS-Projekt basiert auf den drei Grundsystemen EWSD von Siemens, 1240 von ITT und AXE von LM Ericsson, die von Siemens-Albis, Standard Telephon & Radio und Hasler vertreten werden. Es gilt nun landesspezifische Forderungen zwischen den Systemen zu koordinieren. Für die schweizerische Fernmeldeindustrie verlagert sich das Schwergewicht der Arbeit in Richtung Anpassentwicklungstätigkeiten und Arbeitsvorbereitung für die Serie-Herstellung. Den Kunden werden neue Dienste, einschliesslich der Möglichkeiten zu ISDN, geboten bei besserer Qualität und, wie zu erwarten ist, zu etwas niedrigeren Tarifen. Aus Termin- und Betriebsgründen geschieht die Einführung in drei Phasen. Langfristig betrachtet wird der Betriebsaufwand kleiner als bis anhin, auch wenn in der Einführungsphase der Personalbedarf etwas grösser sein wird.

Système de télécommunication intégré (IFS): état du nouveau projet

Résumé. Le passage de la technique analogique à la technique numérique dans le réseau des télécommunications suisses débuta au cours des années de 1960. Une deuxième étape aura lieu, à partir de 1986, avec l'adaptation des centraux. Le nouveau projet IFS est fondé sur les trois systèmes de base EWSD de Siemens, 1240 de ITT et AXE de LM Ericsson, représentés par Siemens-Albis, Standard Téléphone & Radio et Hasler. Il s'agit maintenant de coordonner les exigences spécifiques à la Suisse entre les trois systèmes. Pour l'industrie des télécommunications, le centre de gravité des travaux se déplace vers des activités de développement et de préparation de la fabrication. En ce qui concerne les usagers, de nouveaux services leur seront offerts, y compris les possibilités RNIS, dans une qualité de service améliorée et, comme il faut s'y attendre, à des tarifs légèrement inférieurs. Pour des questions de délais et d'exploitation, l'introduction se fera en trois étapes. A long terme, les charges d'exploitation diminueront, même si, durant la période d'introduction, les besoins en personnel augmenteront quelque peu.

Riassunto. Il passaggio dalla tecnica analogica a quella digitale nella rete svizzera delle telecomunicazioni avvenne alla fine degli anni sessanta con l'introduzione di tratte di trasmissione PCM digitali. Nella seconda tappa è previsto, a partire dal 1986, l'adattamento delle centrali. Il nuovo progetto IFS è fondato sui tre sistemi base: EWSD di Siemens, 1240 di ITT e AXE di LM Ericsson, rappresentate da Siemens-Albis, Standard Telephon & Radio e Hasler. Si tratta ora di coordinare, tra i sistemi, esigenze specifiche alla Svizzera. Per l'industria svizzera l'accento è posto invece sulle attività di sviluppo e sulla preparazione di lavori di fabbricazione. Alla clientela vengono offerti nuovi servizi, comprese le possibilità della ISDN, a una qualità migliore e, prevedibilmente, a tariffe più basse. Per questioni di termine e d'esercizio, l'introduzione avverrà in tre tappe. A lungo termine i costi d'esercizio diminuiranno, anche se, durante la fase introduttiva, il fabbisogno di personale aumenterà un po'.

1 Introduzione

Dopo una fase di preparazione molto intensa, si è potuto operare puntualmente e secondo il programma il cambiamento di rotta nello sviluppo del sistema integrato delle telecomunicazioni (IFS). Già sono state ordinate tre centrali di transito e tre centrali locali basate sulla nuova tecnica. Mutata la rotta e tracciata la nuova via, si può quindi passare alla messa in opera. Per le PTT, l'IFS è diventato in primo luogo un progetto d'acquisto. La divisione ricerche e sviluppo (V) continuerà a mettere a disposizione i suoi servizi soprattutto per la compilazione dei capitolati d'onere e per le prove di collaudo.

La previsione, formulata l'anno scorso, che il cambiamento di rotta sarebbe tornato a vantaggio dell'Azienda delle PTT, ha trovato piena conferma. Il cambiamento di rotta significa:

- sostanziale miglioramento dell'economicità
- termini più favorevoli
- maggiore efficienza, soprattutto in considerazione della ISDN (Integrated Service Digital Network = rete numerica integrata nei servizi)

Nel corso di quest'anno, a Berna-Ittigen verranno installati i primi telai (EWSD). Essi concretano i notevoli sforzi intrapresi negli ultimi mesi nel campo del sistema integrato delle telecomunicazioni.

¹ Testo leggermente abbreviato di una conferenza tenuta in occasione di una giornata d'informazione per il personale PTT.

2 Scopo, stato e conseguenze del nuovo progetto IFS

21 Obiettivo e alcune caratteristiche dell'IFS

La rinuncia al progetto svizzero dell'IFS non cambia niente all'obiettivo di fondo: la numerizzazione della rete telefonica pubblica compresi i suoi equipaggiamenti di commutazione (centrali).

Nelle sue funzioni di commutazione e di trasmissione, la rete telefonica pubblica si basava, all'inizio, su segnali vocali analogici. Il passaggio dalla tecnica analogica a quella digitale ha avuto inizio alla fine degli anni '60, con l'introduzione di tratte di trasmissione numeriche in tecnica PCM (modulazione a impulsi codificati = pulse code modulation). Le 1000 e più centrali svizzere si servono ancora della tecnica analogica, utilizzando elementi elettromeccanici come relè e selettori.

Il secondo passo verso la completa numerizzazione della rete consisterà nel sostituire, nelle centrali, le reti di connessione analogiche con quelle numeriche. Con la graduale introduzione dei tre sistemi IFS di base, ciò sarà possibile a partire dal 1986. La conseguente scomparsa dei convertitori analogico/digitali tra le apparecchiature di commutazione si ripercuoterà sui costi della linea d'utente, che resta però ancora analogica.

Con i sistemi di base viene preparato l'ultimo passo verso la completa numerizzazione della rete, cioè verso la futura rete numerica integrata nei servizi (ISDN). L'in-

troduzione dell'IFS in Svizzera richiederà molto tempo. Verso la fine degli anni '90, circa la metà degli abbonati dovrebbe essere allacciata all'IFS.

Per la comunicazione vocale, i sistemi di base prevedono già oggi un largo spettro di servizi che tuttavia non potranno essere offerti subito agli utenti per i seguenti motivi:

- Le tre ditte *Ericsson*, *ITT* e *Siemens*, attive sul mercato internazionale, hanno concepito la maggior parte dei loro prodotti conformemente alle norme CCITT e CEPT. Tali norme non sono che parzialmente compatibili con le esigenze dell'Azienda svizzera delle PTT, e d'altra parte lasciano un certo margine alle opzioni. Sarà dunque necessario adattare il più possibile le esigenze PTT agli standard internazionali e armonizzare i nuovi servizi tra i tre sistemi di base.
- L'offerta di nuovi servizi avrà senso solo quando si raggiungerà un livello minimo di copertura con impianti IFS, e un grado equivalente con l'ammmodernamento delle centrali esistenti.
- Gli adattamenti necessari all'armonizzazione richiederanno, da parte dei fornitori, una notevole spesa.
- I risultati dell'analisi di mercato, appena conclusa, sull'interesse mostrato per i nuovi servizi dovranno essere presi in considerazione.

Per questi motivi si avranno inizialmente in media 2 nuovi servizi all'anno.

22 Stato attuale dei lavori

Dopo la decisione di principio del 2 dicembre 1983 in favore dei sistemi di base EWSD di *Siemens-Albis SA*, Zurigo (SAZ), 1240 di *Standard Telephon & Radio*, Zurigo (STR), e AXE 10 di *Hasler SA*, Berna (HAG), si è stabilito di ordinare a ciascuna ditta una centrale di transito e una centrale locale. L'adattamento contemporaneo di sei primi impianti, conseguenza logica della scelta di tre sistemi diversi, comporta per l'Azienda delle PTT, quale committente e coordinatore, un onere supplementare. Per rendere meno gravoso, all'Azienda delle PTT e alle ditte, l'adattamento dei primi impianti IFS alla rete esistente, si è badato di far operare le ditte in regioni in cui già svolgono la loro attività, e precisamente:

- EWSD / Siemens-Albis a Berna
- 1240 / Standard Telephon & Radio a Zurigo
- AXE / Hasler a Lucerna

La graduale fornitura alle PTT dei sei impianti – e con ciò l'avvio delle omologazioni di tipo – si protrarrà, da ottobre 1985, per circa un anno. Naturalmente, in quanto a servizi all'utenza e possibilità d'esercizio, questi impianti non soddisferanno subito tutte le esigenze previste; la relativa possibilità d'ampliamento è però richiesta.

Bisogna ancora determinare quando e a chi ordinare ulteriori impianti IFS. Dev'essere inoltre definita la ripartizione territoriale. Per queste definizioni è necessario tener conto di diversi criteri contrastanti:

- È auspicabile che la necessità che hanno le PTT di centrali urbane non venga più soddisfatta con impianti convenzionali, ma con nuovi impianti IFS, che offrono un miglior rapporto costo/prestazioni e una maggiore possibilità d'ampliamento.

- D'intesa con l'industria dev'essere stabilito in quanto tempo sarà possibile e ragionevole passare alla produzione in serie e introdurre la nuova tecnica.
- Soprattutto devono essere definite, in modo controllato e coordinato tra i sistemi, le esigenze supplementari specifiche al nostro Paese.

23 Conseguenze dell'introduzione dell'IFS

Nell'immediato e a breve termine, saranno l'Azienda delle PTT e l'industria a essere confrontate con l'introduzione di centrali di commutazione numeriche; presso l'utenza si avranno ripercussioni di una certa entità solo dal 1990 circa.

231 Conseguenze per l'industria

Rispetto alle soluzioni in tecnica analogica, nelle nuove centrali di commutazione numeriche le funzioni sono realizzate con risparmio di spazio e con componenti ad alta integrazione (chip/microprocessori). Una volta sviluppata e collaudata con il software necessario, la produzione in serie sarà pressoché automatica, e il montaggio e la messa in servizio richiederanno una spesa minore.

Le attività di sviluppo e di preparazione della produzione assumono un ruolo preminente rispetto ai lavori in officina e al posto di montaggio. Questa evoluzione porta forzatamente ad adattamenti di struttura nell'industria.

232 Conseguenze per l'Azienda delle PTT

Il passaggio dalla tecnica analogica a quella numerica, contemporaneamente in tutto il Paese, esige da parte dell'Azienda delle PTT un'alta flessibilità e un'accurata preparazione dell'introduzione. Le PTT contano però, almeno nella fase di transizione, sull'aiuto dell'industria. Sperano, d'altra parte, che le esigenze poste ai mezzi ausiliari di servizio vengano soddisfatte, con l'obiettivo, soprattutto per valutazioni e allarmi, di un esercizio uniforme fra i tre sistemi.

233 Conseguenze per l'utenza

L'utente si interessa alle tariffe, ai servizi offerti e alla qualità delle comunicazioni:

- *Servizi agli utenti.* L'offerta di servizi addizionali avrà senso solo quando si raggiungerà un livello minimo di copertura nazionale con impianti IFS. Nelle regioni in cui l'impiego di impianti centrali convenzionali è previsto ancora per molto tempo, si dovrà cercare, con un programma d'ammmodernamento, di portare, almeno una parte dei servizi, al livello dell'IFS.
- *Tariffe.* Rispetto ai sistemi convenzionali, l'IFS permetterà a lungo termine di ridurre le spese d'investimento e i costi d'esercizio, con possibili ripercussioni anche sulle tariffe p. es. per le comunicazioni a grande distanza. Al momento, fare previsioni è però azzardato, anzitutto perché, a causa della rapida evoluzione tecnologica, la durata d'uso di nuovi impianti molto probabilmente diminuirà (con la conseguenza che si dovranno fissare altre condizioni d'ammortamento), inoltre perché mancano indicazioni precise sui costi necessari per adattare gli impianti IFS alla

ISDN (parola, dati, immagine), e infine perché non sono ancora elaborati i concetti sulle tariffe da applicare in ambito ISDN.

- *Qualità di servizio.* Con la graduale copertura di tutto il Paese con impianti IFS e la contemporanea numerizzazione, si otterrà un miglioramento della qualità di servizio e, in particolare, della qualità di trasmissione, grazie alle reti omogenee, alle maggiori possibilità di controllo e correzione, alla minore probabilità di guasto della tecnica numerica.

3 Aspetti della gestione

Quanto esposto nel seguito si basa sui più recenti lavori dei servizi specializzati e in parte dovrà essere ancora confermato. In particolare si trattano aspetti quali:

- le divergenze rispetto al progetto IFS originale
- le fasi di evoluzione verso la gestione centralizzata dell'esercizio
- l'organizzazione
- il personale

Tuttavia, i primi risultati di tali lavori non sono da considerare definitivi.

31 Le divergenze rispetto al progetto IFS originale

Dal cambiamento di rotta nell'IFS, risultano, rispetto al sistema previsto inizialmente, le seguenti importanti modifiche della gestione:

- Invece di un sistema unico per tutta la Svizzera, dovranno essere gestiti tre sistemi di base (AXE, EWSD, 1240) a carattere concorrenziale.
- Anche se la maggior parte delle direzioni di circondario delle telecomunicazioni (DCT) dovrà gestire un solo sistema di base, a seconda della situazione concorrenziale potrà capitare che nei più grandi gruppi di reti (p. es. Basilea, Berna, Ginevra, Losanna, Zurigo ed eventualmente Lucerna e San Gallo) se ne dovranno gestire due.
- Il centro di gestione circondariale (CGC) sarà realizzato in massima parte con le funzioni previste nel primo progetto IFS. Tuttavia esso non sarà pronto al momento della messa in opera dei primi impianti.
- Per questa ragione, durante la fase d'introduzione dell'IFS l'esercizio sarà gestito localmente, dalla consolle del sistema. Grazie ai mezzi ausiliari di servizio assai evoluti e pratici e all'aiuto del personale non dovrebbero sorgere grosse difficoltà durante questa fase d'esercizio, anche se i tre differenti sistemi richiederanno una gestione diversa.
- A causa della diversità dei sistemi, dei brevi termini d'introduzione e della ripartizione geografica dei primi impianti, non si prevede al momento un centro d'istruzione nazionale IFS gestito in esclusiva dalle PTT per la formazione specifica su ogni sistema. La questione verrà riesaminata non appena si acquisteranno gli stessi sistemi per più direzioni di circondario delle telecomunicazioni.
- Pertanto, l'istruzione del personale PTT da parte dei fornitori continuerà a svolgersi come finora, cioè dapprima su impianti non ancora in esercizio e successivamente su appositi impianti d'esercizio specifici per ogni sistema di base.

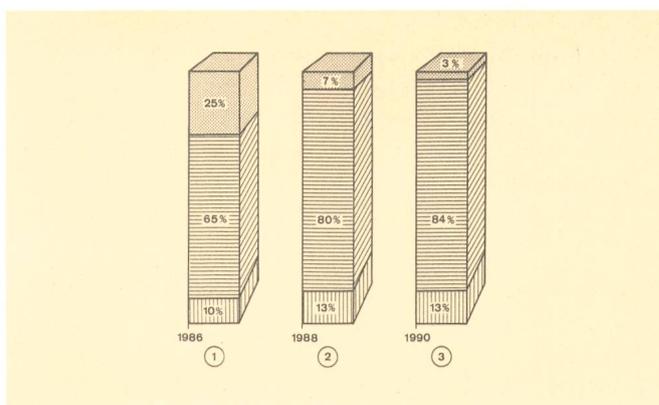


Figura 1
Strutturazione cronologica del concetto d'esercizio

- ① Prima fase d'esercizio: locale
- ② Seconda fase d'esercizio: CGC
- ③ Terza fase d'esercizio: CGC + Terco

- Esercizio centralizzato DG
- Esercizio decentrato DCT
- Fornitori

32 Le fasi di evoluzione verso la gestione centralizzata dell'esercizio

Data la rapidità con cui dovranno essere messi in esercizio (dal 1986), i primi sistemi di commutazione numerica non saranno dotati che parzialmente e in maniera differenziata di funzioni d'esercizio, servizi aggiuntivi e caratteristiche di funzionamento. D'altra parte, prima del 1990 non si potrà disporre dei progetti di razionalizzazione interni delle PTT (come Terco, servizio guasti/connessioni) dai quali ci si aspetta un notevole aiuto per l'IFS.

In questo quadro, si impone la seguente strutturazione cronologica del concetto di gestione:

- Prima fase: esercizio locale
- Seconda fase: esercizio centralizzato con centri di gestione circondariali
- Terza fase: esercizio centralizzato con centri di gestione circondariali e collegamento dati col Terco

Dalla figura 1, che illustra schematicamente le interdipendenze, si può rilevare che nella gestione del sistema l'Azienda delle PTT e in particolare le direzioni di circondario delle telecomunicazioni tendono ad assumere maggiore responsabilità. Nel seguito, le tre fasi vengono brevemente descritte più da vicino:

321 Prima fase: esercizio locale

La prima fase abbraccia il periodo in cui l'esercizio e la manutenzione dei primi impianti IFS saranno gestiti localmente, di regola dalla consolle del sistema. Anche determinate attività relative alla gestione dei dati di tassazione (come la sostituzione e la spedizione di supporti di dati) saranno svolte localmente.

322 Seconda fase: esercizio centralizzato con centro di gestione circondariale

Nella seconda fase, che si estenderà presumibilmente dal 1988 al 1990, sarà possibile, dai centri di gestione circondariali, svolgere centralmente i seguenti compiti:

- Controllo del sistema
- Comando del sistema (specifico per sistema)
- Interfaccia uniforme CGC/CCE
- Disbrigo (specifico per sistema di base) della maggior parte delle funzioni di manutenzione per la localizzazione dei guasti
- Integrazione del posto centrale di ricezione degli allarmi

In primo luogo nell'ambito delle direzioni di circondario delle telecomunicazioni risulteranno pertanto importanti effetti di razionalizzazione sull'impiego del personale d'esercizio e di manutenzione dei servizi delle centrali.

323 Terza fase: esercizio centralizzato con centri di gestione circondariali e collegamento dati col Terco

Nella terza fase, oltre alle funzioni CGC appena menzionate, verrà realizzato il *collegamento dei dati Terco/IFS* per la gestione dei dati degli abbonati. Tramite Terco i servizi responsabili della gestione dei dati degli abbonati (p. es. servizio abbonamenti, servizio connessioni) potranno così accedere direttamente al relativo archivio nell'IFS.

Queste funzioni saranno disponibili dal 1990; con esse si raggiungerà il provvisorio «stato finale» della terza fase d'esercizio.

33 Organizzazione

I servizi specializzati hanno appena incominciato a trattare questo aspetto. Per il momento, si possono dare le seguenti indicazioni di carattere generico:

331 Organizzazione nell'ambito della direzione generale delle PTT

Nell'ambito della direzione generale delle PTT non vi saranno importanti modifiche all'attuale organizzazione: anche con l'IFS gli organi competenti manterranno le loro sfere di responsabilità e competenza.

Le nuove attività risultanti dall'introduzione dell'IFS come

- la gestione della configurazione
- la gestione centralizzata della documentazione IFS
- la gestione centralizzata dei dati d'esercizio (in relazione con CCE, Terco e le misure di traffico)
- la manutenzione software (analisi)

verranno assunte dai servizi esistenti.

332 Organizzazione nell'ambito delle direzioni di circondario delle telecomunicazioni

Nelle tre fasi d'esercizio, la partecipazione alla gestione dell'IFS dei servizi interessati delle DCT sarà assai diversa.

Durante le prime due fasi, per la maggior parte dei servizi l'andamento del lavoro non subirà cambiamenti di rilievo. Invece, nella divisione dell'esercizio e, all'interno di questa, nei servizi delle centrali, i compiti verranno modificati già con l'avvio della fase introduttiva dell'IFS. A partire dalla terza fase d'esercizio, cioè dalla realizzazione del collegamento dei dati Terco/IFS, si prevedono

modificazioni nell'organizzazione di ulteriori servizi della divisione dell'esercizio e della divisione amministrativa.

In base a quanto detto, il *servizio delle centrali*, interessato più degli altri, verrà qui di seguito esaminato più a fondo.

A livello nazionale, per i servizi delle centrali, esistono al momento sette diverse strutture dell'organizzazione dovute alla situazione geografica, alla configurazione di rete e alla grandezza della DCT.

I necessari adattamenti da effettuare gradualmente in corrispondenza alle fasi d'esercizio e in considerazione di specifiche soluzioni d'organizzazione sono allo studio. Il trattamento in dettaglio di questa serie di questioni è iniziato a metà 1984.

34 Personale

341 Categorie di personale

Durante l'introduzione e la futura gestione dell'IFS si prevede di mantenere le attuali categorie di personale nei servizi interessati delle DCT. Ciò significa che le seguenti categorie continueranno presumibilmente ad esistere:

- Preposti ai servizi e preposti ai settori
- Specialisti delle telecomunicazioni
- Assistenti delle telecomunicazioni
- Telefoniste
- Impiegati d'esercizio

Al momento uno spostamento quantitativo di personale all'interno delle categorie non può essere escluso.

I mezzi ausiliari d'esercizio dei sistemi di base IFS vengono concepiti in modo che l'esercizio IFS venga assicurato il più possibile con le categorie di personale menzionate. Ovviamente si tende alla soluzione globale più economica.

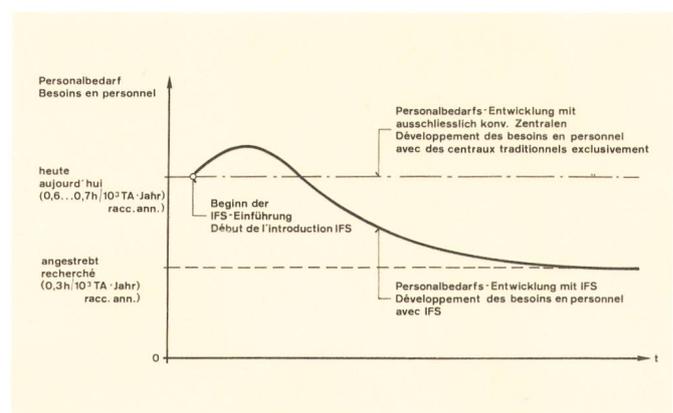


Figura 2
Previsto sviluppo del fabbisogno di personale

Personalbedarf – Fabbisogno di personale

heute – attuale
(0,6..0,7 h/10³ coll. anno)

angestrebt – pianificato
(0,3 h/coll. anno)

Beginn der IFS-Einführung – Avvio dell'introduzione dell'IFS

Personalbedarfs-Entwicklung mit ausschliesslich konv. Zentralen – Sviluppo del fabbisogno di personale con centrali esclusivamente convenzionali

Personalbedarfs-Entwicklung mit IFS – Sviluppo del fabbisogno di personale con l'IFS

342 Fabbisogno di personale

In base ai compiti nell'IFS e ai relativi campi d'attività, ci si aspetta che a medio e lungo termine i costi d'esercizio per equipaggiamento IFS siano sensibilmente inferiori rispetto a quelli per sistemi di centrali convenzionali (pressappoco la metà o circa 0,3 h per collegamento d'abbonato e anno).

Durante la fase introduttiva dell'IFS e fintantoché devono essere gestite contemporaneamente centrali convenzionali ci si deve aspettare un fabbisogno maggiore di personale.

La *figura 2* mostra il previsto andamento generale del fabbisogno di personale. Sul fabbisogno supplementare di personale necessario per l'introduzione dell'IFS (superficie tratteggiata) influiranno fortemente i seguenti parametri:

- maturità del sistema
- diversità del sistema
- disponibilità e qualità dei mezzi ausiliari d'esercizio
- strategia d'introduzione, ritmo di sostituzione delle centrali convenzionali con centrali IFS
- organizzazione dell'esercizio
- economicità globale.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

12/84

Stieger H.	Verbindungssystem 83 (VS 83) Système de jonction 83 (VS 83)
Wicht H.-J.	Automatisation des mesures de diagrammes de rayonnement d'antennes d'émission à l'aide d'hélicoptères
Liniger M. Jordi P. Stulz J. Gysel U.	Erste schweizerische digitale Nord-Süd-Richtfunkverbindung für Datenübertragung mit einer Bitrate von 34 Mbit/s
