Einführung in TETRAPOL IP

Trusted partner for your Digital Journey

AIOS

Inhalt

04	Zusammenfassung
04	TETRAPOL für BORS
05	Die neue Systemversion TETRAPOL IP TETRAPOL IP erfordert neue Fähigkeiten
06	Kernvorteile von TETRAPOL IP Obsoleszenz von TDM Technologie und IP-Migration Vermeidung der Veralterung digitaler PMR-Infrastrukturen
08	Verbesserter Betrieb, niedrigere Besitzkosten
09	Ein zukunftsweisendes sicherheitskritisches System Bedeutung der IP-Technik für Wireless Broadband Weitere Fortschritte garantiert

10 TETRAPOL IP: Auf die Erfordernisse der öffentlichen Sicherheit zugeschnitten

Verbesserter Handover

Erhöhte Systemkapazität

Verbessertes Netzmanagement

Control Node mit lokaler redundanter Auslegung

Geographische Redundanz der Control Nodes im Rahmen des Hot Standby

11 Die neue Infrastruktur

Hauptunterschiede der Architektur im Überblick

Control Node

Mediation Device

MBSe - Multi-Mode Base Station enhanced

TACTILON - Eine neue Teilnehmerverwaltung

IP-fähiges Line Access Gate

Fazit

15 Abkürzungen

Zusammenfassung

Seit über 20 Jahren ist der TETRAPOL-Funkstandard bei den Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS) erfolgreich weltweit im Einsatz. Inzwischen untersuchen allerdings viele Staaten die Optionen zur Modernisierung ihres landesweiten digitalen BORS-Netzes, unter welchen die Migration der Infrastruktur von Time Division Multiplexing (TDM) zu Internet Protocol (IP) zuerst berücksichtigt wird.

Dieses Dokument erklärt, warum gerade die Migration von TDM zu IP beste Voraussetzungen für eine Modernisierung der Infrastruktur bietet, die eine sicherheitskritische Funkkommunikation für die kommenden Jahre, voraussichtlich bis zum Jahr 2030, gewährleisten wird.

Weiter werden diie wesentlichen Unterschiede zwischen der heutigen TDM TETRAPOL-Version und der neuen IPbasierten Version auf den folgenden Seiten dargestellt. Im Mittelpunkt dieses Dokuments stehen dabei die innovativen Merkmale und die Vorzüge der IP-Systemversion. Diese Vorzüge sind von grundlegender Bedeutung und bringen entscheidende Verbesserungen, insbesondere im Hinblick auf Dienstemanagement, Verfügbarkeit und Sprachqualität.

Ein weiterer Punkt, der bei Organisationen der öffentlichen Sicherheit weit oben auf der Tagesordnung steht, ist die Einführung von Breitband-Drahtlosdiensten, um eigene Betriebsabläufe zu optimieren und die Effizienz zu steigern. In diesem Rahmen hat die Übernahme der LTE-Technologie (Long Term Evolution) viel Aufmerksamkeit erfahren. Dieses Dokument veranschaulicht daher die häufigsten Ansätze der Organisationen für öffentliche Sicherheit bei der Einführung von Breitband-Drahtlosdiensten.

Die Bereitstellung von Hochgeschwindigkeits-Drahtlosnetzwerken – für die Nutzung durch Organisationen der öffentlichen Sicherheit wirft einige komplexe Fragen auf. Dazu gehören unter anderem

- die notwendigen umfassenden Investitionen in PMR-Netze
- das Fehlen internationaler harmonisierter Normen für die Frequenzbereiche, um den Wettbewerb zwischen den Herstellern zu fördern und niedrigere Ausrüstungskosten zu erreichen
- die Problematik der kostenlosen
 Zuteilung sehr wertvoller öffentlicher
 Ressourcen wie Frequenzen und die
 Notwendigkeit, neue Funktionen wie
 z.B. Gruppenkommunikation alleine für
 Organisationen der öffentlichen Sicherheit
 zu entwickeln.

Für diese Fragen haben Gerätehersteller und Regulierungsbehörden noch keine schlüssige Antwort gefunden.

TETRAPOL für BORS

Derzeit steht den meisten Europäischen Ländern eine sicherheitskritische, integrierte und gemeinsam genutzte Bündelfunk-Kommunikationsplattform mit vielen, inzwischen wohl bekannten Vorteilen flächendeckend zur Verfügung. In mehreren Ländern haben die Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS) die Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit des TETRAPOL-Standards beziehungsweise die Vorteile dieser Plattform mit ihrer hohen Verfügbarkeit für das Notfall- und Krisenmanagement schätzen gelernt.

TETRAPOL bietet Gruppenverbindungen und bedarfsgerechte Funkabdeckung, durch welche insbesondere die Kooperation zwischen verschiedenen Behörden und Organisationen sehr erleichtert wird.

Der Aufbau von TETRAPOL Netzen begann vor circa 20 Jahren. Die Netzkomponenten haben sich im Lauf dieser Zeit als äusserst zuverlässig erwiesen – dennoch werden in naher Zukunft Teile dieses Netzes zu ersetzen sein, z.B. aufgrund des auslaufenden Supports für manche Produkte, da nach Supportende diese Produkte weder ausgetauscht, repariert noch kosteneffektiv mit modernerer Software ausgestattet werden können.

Der Aufbau eines völlig neuen PMR-Systems mit anderer Technologie wäre mit hohen Kosten und starken Einschränkungen bei der Servicequalität über mehrere Jahre verbunden. So würde beispielsweise die Einführung einer neuen Funkschnittstelle einen geänderten Frequenzplan und den Aufbau zahlreicher neuer Funkstandorte sowie nicht

zuletzt die Beschaffung entsprechender Standflächen erfordern. Die einzige tragfähige Migrationsstrategie, die minimale Betriebsunterbrechungen gewährleistet und Multi-RN fähige Gruppenverbindungen unterstützt, ist der Wechsel von TETRAPOL TDM zu TETRAPOL IP.

Das nächste Kapitel beschreibt die Vorteile eines IP-basierenden TETRAPOL-Systems und die Merkmale der Systemversion IP und verdeutlicht deren hervorragende Eignung für die genannten Herausforderungen.

Die neue SystemversionTETRAPOL IP

Die neueste Version der Kommunikationsplattform TETRAPOL trägt die Bezeichnung TETRAPOL IP. Bei TETRAPOL IP beruht die gesamte Kommunikation zwischen den Systemknoten der verschiedenen Standorte auf dem Internet-Protokoll. Die ersten Versionen von TETRAPOL IP waren in ihrem Leistungsvermögen noch begrenzt und boten auch keine Gleichwellen-Funktionalität (Simulcast). Die letzte TETRAPOL IP Version bedeutet aber einen wesentlichen Fortschritt, wie auf den folgenden Seiten dargestellt. Sie erfüllt die Leistungsanforderungen der nationalen BORS und unterstüzt Simulcast. Somit ist diese Version erstmals für die Anforderungen der anspruchsvollsten Sicherheitsfunknetze geeignet.

Merkmale der TETRAPOL IP Systemarchitektur sind:

- Erhöhte Systemflexibilität, da mehrere Funktionen software- anstatt hardware basierend sind
- Paketvermittlung anstatt Leitungsvermittlung
- Kompakte Hochleistungsserver als Control Nodes (Steuerknoten) anstelle herkömmlicher Vermittler
- Wegfall der Nebenvermittlungstelle und somit auch der Vermittlungsarchitektur auf zwei Fbenen
- Basisstation: Transceivermodule mit je vier (4) Kanälen; Vermeidung von Erweiterungsschränke
- Weniger Komponenten und somit niedrigerer Energieverbrauch

Weitere wichtige Vorzüge:

- Vereinfachte Installation und Konfiguration
- Konfiguration und Überwachung per Fernzugriff
- Updates und Upgrades der Systemsoftware per Fernzugriff
- Erleichterte Frequenzplanung und -änderung
- Einsatz handelsüblicher, sog. Commercial Off-The-Shelf-Komponenten
- Unterstützung von Zellular- oder Gleichwellenfunk mit demselben Base Station-Modell (MBS) durch Freischaltung der entsprechenden Softwarelizenz

Die Verwendung des Internet Protokolls (IP) bringt die folgenden Vorteilen:

- Konvergenz und Konsolidierung über das selbe Medium
- Backbone mit hoher Eigenresilienz
- Wegfall der aktuellen TDM-Komponenten, für die der Support zu Ende geht
- Effiziente Beschaffung von Komponenten
- Leichtere und kosteneffizientere Gewinnung technisch kompetenter Mitarbeiter und Partner

TETRAPOL IP erfordert neue Fähigkeiten

Wegen der grundlegenden Unterschiede zwischen den Systemversionen TDM und IP sind für die Implementierung der völlig neuen, viel stärker softwareorientierten Netzarchitektur und der vollständigen Umstellung des Backbones auf das Internet Protocol Techniker mit folgenden Kenntnissen unerlässlich:

- IP-Vernetzung
- · Sicherheit allgemein und IP-Sicherheit
- Softwareentwicklung und -management

Die folgenden Seiten haben die Komponenten des Kernnetzes (Backbone) der neuen Systemversion IP, ihre besonderen Stärken und ihre Vorzüge speziell gegenüber der heutigen TDM-Technologie von Version V35.08 zum Gegenstand.

Kernvorteile von TETRAPOL IP

Obsoleszenz von TDM Technologie und IP- Migration

Die Änderung der Systemarchitektur von TETRAPOL geschah aus mehreren Gründen. Einer der Gründe ist das Obsoleszenz-Management, welches für die Systeminfrastruktur, die Systemsoftware und die Backbone-Infrastruktur gleichermassen Folgen hat und Support sowie Upgrades im gesamten Netz erschwert. Mit Blick auf die einzelnen Komponenten und Schnittstellen ergibt sich aus der technischen Veralterung darüber hinaus ein doppeltes Beschaffungsproblem: sowohl die Produkte selbst als auch kompetente, mit den veralteten Infrastrukturen vertraute Entwickler sind immer schwerer zu finden.

In Abbildung 1 werden die beiden Systemarchitekturen TDM (heutige Version 35.08) und IP miteinander verglichen.

Ein Hauptmerkmal von TETRAPOL IP ist wie erwähnt die umfassende IP-Vernetzung. Die Migration zum Internet Protocol (IP) ist in der Telekommunikationsindustrie seit über 15 Jahren ein aktuelles Thema.

Gründe für den Wechsel zu IP sind im Allgemeinen:

- Kostenanstieg und Verfügbarkeit bei TDM-Systemen und Telekom-Verbindungen
- Grössere Flexibilität von IP gegenüber TDM
- Konvergenz (Sprache und Daten)

Nachfolgend eine genauere Darstellung dieser drei Hauptgründe.

Kostenanstieg für TDM-Komponenten

Im Laufe der Jahre ist TDM (Time Division Multiplexing) weltweit zunehmend von IP verdrängt und wegen der damit verbundenen Beschaffungs- und Supportprobleme auch immer teurer geworden.

TDM-Komponenten und -Ersatzteile sind nicht nur immer schwerer zu finden und benötigen immer längere Lieferfristen, sondern sie erweisen sich auch als immer kostspieliger. Die gleiche Schwierigkeit ergibt sich auch im Hinblick auf die für den Support und die Weiterentwicklung der Produkte erforderliche technische Kompetenz.

Eine TDM-Konnektivität ist ebenfalls schwierig zu erreichen. TETRAPOL TDM basiert auf 2 Mbit/s, sogenannte Plesiochronous-Digital-Hierarchy-Verbindungen, die spezielle Geräte und spezielle Kabel verwenden, die im Vergleich mit IP-Verbindungen zudem teuer im Unterhalt sind. Telekommunikationsanbieter möchten ihre Kunden gerne auf ihre IP-basierten Dienste umstellen.

IP-Technologien und IP-Systeme haben sich hingegen genau umgekehrt entwickelt: sie wurden immer gängiger und sind inzwischen sozusagen Massenprodukte. Deshalb hat der TETRAPOL-Systemanbieter auch beschlossen, den Support für TDM-basierte TETRAPOL Komponenten 2020 auslaufen zu lassen und für deren Ersatz ab dann nur noch IP-Komponenten anzubieten.

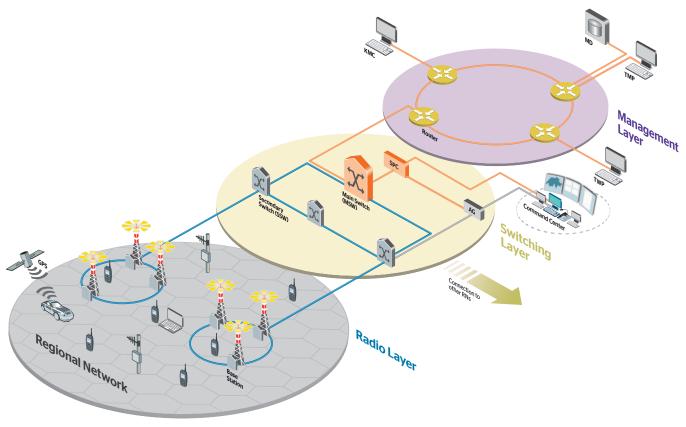


Abbildung 1: Architekturvergleich TETRAPOL TDM (links) - TETRAPOL IP (rechts

Mehr Flexibilität mit IP

Zwischen den Knoten des POLYCOM-Backbones erfolgt der Transport von Sprachund Datendiensten sowie Kurzmitteilungen
derzeit nach dem Time Division MultiplexVerfahren (TDM). Für den Transport
der Netzmanagementinformation war
ursprünglich das X.25-Protokoll in Gebrauch;
heute wird sie schon gekapselt über ein
separates IP-Netz geführt.

Die Schnittstellen und Verbindungen mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2 Mbit/s (auch E1 genannt) zeichnen sich seit Beginn des Aufbaus der TETRAPOL-Netze durch extrem hohe Zuverlässigkeit aus, schränken die Flexibilität des Systems jedoch in bestimmten Punkten ein – eine bedarfsgerechte, dynamische Anpassung von TDM Anschlüssen an neu gestaltete Funkabdeckungen ist beispielsweise nicht möglich.

Die Ersetzung der aktuellen TDM-Technologie durch das Internet Protocol wird dem TETRAPOL-Netz zusätzliche Flexibilität und Effizienz verleihen. Die hemmende Zuteilung von Zeitschlitzen auf den E1-Strecken wird dann einer bedarfsgerechten Bandbreitenbereitstellung weichen.

IP-Netze bieten bekanntlich Skalierbarkeit, hohe Zuverlässigkeit und schnelle Umleitung (Re-routing) sobald erforderlich. Das Leistungsniveau der Sprachkommunikation bleibt voll erhalten, denn durch die Verkehrsüberwachung wird gewährleistet, dass der Sprachverkehr, wann immer nötig, vor dem Datenverkehr Vorrang hat. Die Paketvermittlung bringt verglichen mit TDM weitere Kostenvorteile, da die für TDM typische feste Zuteilung von Ressourcen wegfällt, die Übertragungsmedien mehrfach genutzt werden und weiter statistisches Multiplexing verwendet wird.

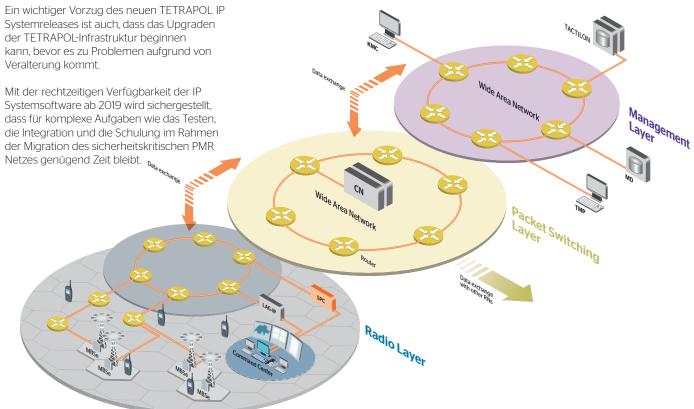
Konvergenz und Verfügbarkeit

Da das Internet Protokoll die gleichzeitige Nutzung der Infrastruktur für Sprache, Daten und Steuerung zulässt, sind auch neue Netzarchitekturen möglich. Bei TDM sind redundant ausgelegte Verbindungen nur möglich, wenn die Vermittlungsstellen über ein Ringnetz miteinander verknüpft sind.

Bei IP gibt es keine feste physische Zuweisung von Verbindungen zur Steuerungs- und Nutzerebene; jede Verbindung kann stets als alternativer Leitweg genutzt werden, was die Verfügbarkeit für Signalisierung und Sprache bzw. Datenverkehr erhöht.

Mit TETRAPOL IP lassen sich die sicherheitskritischen Dienste umfassend gewährleisten, und zwar über einen längeren Zeitraum: mit dem Upgrade wird TETRAPOL bis 2030 in Betrieb bleiben.

Vermeidung der Veralterung digitaler PMR-Infrastrukturen



Verbesserter Betrieb, niedrigere Gesamtkosten

Bei einer Lebenserwartung von 10 Jahren oder mehr können die Betriebs- und Wartungskosten bei Telekommunikationsnetzen bis zu einen grossen Anteil der Gesamtkosten (Total Cost of Ownership, TCO) ausmachen. Auch bei PMR Netze sind Betrieb und Wartung ein wesentlicher Kostenfaktor.

Ein Schritt zur Senkung dieser Kosten ist ein integriertes IP-basierendes Kernnetz (Backbone), über das die gesamte Kommunikation, also Sprache – und bald auch Video – sowie Daten und die Signalisierung, abgewickelt wird. So ist im Netz nur eine Übertragungstechnologie erforderlich. Mehr Flexibilität, eine effizientere Netzführung und somit auch eine höhere Verfügbarkeit sind die Vorteile.

Weitere wichtige Merkmale von TETRAPOL IP:

- Kernfunktionen werden nicht mehr über spezifische Hardware, sondern softwarebasierend bereitgestellt. So ersetzt z.B. das Routing die Leitungsvermittlung
- Bei den Servern (Control Node, Mediation Device, LAG-IP) wird so weit als möglich auf marktgängige Standardkomponenten (COTS, Commercial-Off-The-Shelf) zurückgegriffen
- Bei TETRAPOL-IP gibt es nur noch einen Typ von Basisstation, die MBSe. Die verschiedenen Funktionen, z.B. Simulcast/Gleichwellenfunk, werden über die entsprechende Softwarelizenz freigeschaltet

- IP- und Ethernet-Kabel treten an die Stelle sämtlicher X.25-Schnittstellen und Kabelverbindungen (z.B. RJ45-Verbinder)
- TETRAPOL IP ersetzt auch die Line Connected Terminals (oder Access Gates) durch Software, welche auf COTS-Servern des gleichen Typs wie bei Control Nodes läuft

Dadurch sind weniger Wartungsmassnahmen vor Ort erforderlich, Systemsoftware ist effizienter geladen, Softwarekorrekturen sind rascher verfügbar und die Betriebsunterbrechungen entsprechend kürzer. Die Komponenten lassen sich leichter beschaffen und die Hardware wird kostengünstiger. Der überwiegende Teil der Wartung kann per Fernzugriff erfolgen.

Bei TETRAPOL war das Upgraden der Systemsoftware bisher weit aufwändiger als das Installieren von Softwareupdates und -korrekturen. Frühere TETRAPOL Migrationen von einer Version zur nächsten haben klar gezeigt, dass ein solches Projekt sorgfältig vorbereitet werden muss. Für den Wechsel zur Systemversion 35.08 waren die Abschaltung von Basisstationen und der Austausch von Hardware auf Leiterplatten, zum Beispiel von ROM-Speicherbanken, erforderlich. Die weitgehend softwarebasierte neue IP-Architektur macht Systemupgrades viel leichter und meist auch per Fernzugriff möglich.

Auch die Funkplanung wird erleichtert. Die neue IP-Basisstation MBSe ist mit Hybridcombinern ausgestattet. Diese müssen im Gegensatz zu Filtercombinern vor Ort weder abgestimmt noch nachgestellt werden. Die MBSe lässt sich fernsteuern und die Sender können bei Bedarf per Fernzugriff neu konfiguriert werden. Ausserdem ermöglichen Hybridcombiner einen niedrigeren Kanalabstand (min. 20 kHz anstatt 150 kHz). Sie sind weniger anfällig für Intermodulationsprobleme und die Frequenzplanung lässt sich flexibler gestalten.

Ein weiterer Vorteil der neuen Basisstation MBSe ist die Unterstützung von 4 TETRAPOL Trägerfrequenzen pro Transceiver (TRU) anstatt wie bisher nur einer Trägerfrequenz. Eine Basisstation lässt sich damit bei maximaler Kanalausstattung (24) in einem anstatt drei Schränken unterbringen. Entsprechend niedriger ist der Energieverbrauch der Komponenten, eine Klimatisierung ist überflüssig, da die Zwangsbelüftung ausreicht und die Stromkosten sinken. Aus dem gleichen Grund vereinfacht sich auch die Notstromversorgung mit Batterien.

Ein zukunftweisendes sicherheitskritisches System

Ein wichtiges Thema in den Diskussionen über die Zukunft sicherheitskritischer Kommunikationssysteme ist in den letzten Jahren die Bereitstellung von Mobilapplikationen für BORS, also von sogenanntem Mobile Office, Datenbankzugriff sowie Videokommunikation und -überwachung. Die meisten dieser Anwendungen setzen Wireless Broadband-Dienste voraus. Eine Mehrzahl der Analysten meint-

- Datenkonnektivität wird in der Anfangsphase über öffentliche Netze bereitgestellt werden und keine sicherheitskritische Rolle spielen.
- Die heutigen Netze des professionellen Mobilfunks werden als sicherheitskritische Infrastruktur Gruppenverbindungen für Sprachkommunikation bereitstellen und müssen deshalb bis 2025, sogar 2030 in Betrieb bleiben.

Darüber hinaus spricht die heutige Landschaft sicherheitskritischer Kommunikationssysteme deutlich für eine Lebenszyklusverlängerung der installierten Schmalbandlösungen, da in nächster Zukunft weder ein weiteres Frequenzband noch eine international harmonisierte Breitbandoption für ein eigenes Wireless Broadband System verfügbar sein werden.

Bedeutung der IP-Technik für Wireless Broadband

Noch sind die Datenübertragungsgeschwindigkeiten bei TETRAPOL relativ niedrig und prognostizierbar, was die Verwendung von 2 Mbit/s Verbindungen ermöglicht. Allerdings wird die Kapazität des Backbones entsprechend zu erhöhen sein, sobald die Datenvolumen mit der Einführung neuer Dienste und Anwendungen zunehmen. Nur IP-Technik bietet die hierzu erforderliche Flexibilität.

Auch zur Implementierung eines sicherheitskritischen Breitbandnetzes wird ein IP-Backbone natürlich unerlässlich sein, da bei neuen Technologien wie LTE die Netzknoten über IP verbunden sind.

Dank hochmoderner Komponenten, z.B. die Multi-mode Base Station (MBSe), ist die neue TETRAPOL-IP Systemversion die Lösung der Wahl auch für die TETRAPOL Entwicklung in Richtung Breitbanddienste. Mit der MBSe lassen sich mit entsprechend niedrigeren Betriebsund Wartungskosten gleichzeitig TETRAPOL- und Breitbandfunkkanäle betreiben.

Weitere Fortschritte garantiert

Die neue Hardware- und Softwarearchitektur wird Verbesserungen und die Implementierung neuer Merkmale deutlich vereinfachen. Im Rahmen der Diskussionen über TETRAPOL IP wurde der zusätzliche Funktionsbedarf bereits ermittelt. Diese Leistungsmerkmale sind im nächsten Release enthalten. Zusammenstellung und Diskussion weiterer Leistungsmerkmale finden mit Kunden und Hersteller ständig statt.

TETRAPOL IP: Auf die

Erfordernisse der öffentlichen Sicherheit zugeschnitten

Der Aufbau des TETRAPOL IP-Backbone-Netzes bietet beste Voraussetzungen für eine optimale Abstimmung des Netzbetriebs auf die Erwartungen der nationalen BORS und somit für noch hochwertigere Leistungsangebote an diesen wichtigen Kundenkreis. Zusätzlich zu den erwähnten Vorzügen bietet TETRAPOL IP weitere Features. Die nun folgenden Systemmerkmale sind das Ergebnis eines jahrelangen Austauschs mit den Kunden und technischer Verbesserungen.

Verbesserter Handover

Mit TETRAPOL IP wird sich die Handover-Zeit, also die erforderliche Zeit für die Übergabe der Kommunikation eines Funkgeräts von einer Zelle in eine andere, verkürzen. Für diese Verbesserung bestanden drei Voraussetzungen:

- Synchronisierung aller Funkzellen
- Verbesserte Kanalabspeicherung
- Verbesserter Handover über mehrere Zellen

Zur Verwirklichung dieses Leistungsmerkmals müssen alle MBSe synchronisiert sein. Zurzeit werden unterschiedliche Synchronisierungsquellen und -methoden berücksichtigt, unter anderem das GPS Signal und das Precision Time Protocol von IEEE. Im Fall von GPS ist jede MBSe mit GPS-Antenne und GPS Empfangsmodul auszustatten.

Weiterhin ist ein Softwareupdate in jenen Komponenten, bei denen ein verbessertes Handover möglich ist, z.B. in manchen mobilen Endgeräten, erforderlich. Nur bei Funkabdeckung über MBSe kann aber diese verkürzte Handover-Zeit geboten werden.

Erhöhte Systemkapazität

TETRAPOL IP sieht weiterhin bestimmte quantitative Verbesserungen vor, darunter:

Zahl der angemeldeten Endgeräte

Die Obergrenze der in einem Regionalnetz (RN, Regional Network) angemeldeten Endgeräte wurde auf 36'000 erhöht. Dies erlaubt die Kommunikation in Krisensituationen, wenn viele Nutzer gleichzeitig auf engem Raum in einem RN aktiv sind.

Zahl der logischen Kanäle pro Basisstation

Jede Basisstation wird 63 logische Kanäle unterstützen, was die Implementierung zusätzlicher Funkabdeckungsgebiete über mehrere Regionalnetze hinweg zulässt: jedes dieser Gebiete könnte sich über bis zu 50 RN erstrecken. Natürlich werden bestehende spezifische Abdeckungsgebiete

weiter unterstützt, zusätzliche landesweite bzw. Multi-RN Funkversorgungen, z.B. für den Fall nationaler Notstände, sind dann ebenfalls möglich. Das neue System geht hier weit über die bestehenden Möglichkeiten hinaus.

Verbesserungen im Bereich der taktischen Führung

Zusätzliche Verbesserungen betreffen die taktische Führung (OG, EOG und RFSI) und machen die Arbeit der Disponenten einfacher und flexibler. Mehr über diesen Aspekt erfahren Sie in den technischen Unterlagen zu TETRAPOL IP.

Verbessertes Netzmanagement

Nachfolgend einige der neuen Leistungsmerkmale:

Einführung von TMP-Protokolldateien

Welcher Bediener welchen Steuerbefehl samt möglichen Ausführungsparametern eingegeben hat, lässt sich bisher nicht nachträglich ermitteln. TETRAPOL IP sieht die Protokollierung der Steuerbefehle und ihrer Parameter vor. Alle Eingaben der Bediener lassen sich so lückenlos verfolgen. Die Protokolldateien können in gängigen, Excelkompatiblen Formaten exportiert werden.

Nutzerprofile für TMP

Zu Kontrollzwecken und zur Verhinderung unzulässiger Eingaben werden für den technischen Verwaltungsplatz TMP (Technical Management Position) Nutzerprofile mit unterschiedlichen Zugriffsrechten definiert, wie dies bereits beim taktischen Arbeitsplatz der Fall ist.

Anzahl der an ein Mediation Device angeschlossenen TMP

An ein Mediation Device (Vermittlungsgerät) können in TETRAPOL IP bis zu 8 TMP angeschlossen werden. Dies setzt allerdings einen Server mit ausreichend hoher Kapazität voraus.

Simultane Quittierung sämtlicher technischen Alarme

Werden mehrere Alarme gleichzeitig ausgelöst, kann es aus Effizienzgründen sinnvoll sein, diese auch gleichzeitig zu quittieren. Bei einem Ausfall mehrerer Standorte, also gerade wenn schnelles Reagieren unerlässlich war, erwies sich die Quittierung technischer Alarme in der Vergangenheit als zeitaufwändig.

Control Node mit lokaler redundanter Auslegung

Die Funktionen der Vermittler übernehmen fortan die Control Nodes (CN). Diese können auf einem Host (Server) oder zur besseren Absicherung auch redundant auf zwei Hosts konfiguriert werden.

Zur Gewährleistung der Service-Kontinuität ist für ein sicherheitskritisches System ausschliesslich die redundante Variante vorgesehen.

Geographische Redundanz der Control Nodes im Rahmen des Hot Standby

Bei TETRAPOL IP können die CN-Server auch an unterschiedlichen Standorten installiert werden. Eine solche Konfiguration verhindert den Ausfall eines Control Node selbst bei Katastrophen wie Feuer oder Überschwemmung und erhöht die Zuverlässigkeit entsprechend.

Zur Unterstützung eines unterbruchsfreien Betriebs muss die Verbindung zwischen den beiden Servern allerdings bestimmte technische Anforderungen erfüllen.

Die TETRAPOL IP Infrastruktur

Hauptunterschiede der Architektur im Überblick

TETRAPOL IP bedeutet wie erwähnt den Übergang zu einer völlig neuen Infrastruktur. Mit Einführung des Internet Protocol anstelle des Time Division Multiplexing-Verfahrens werden alle Netzschnittstellen aktualisiert und die Netzknoten ausgetauscht. Die Unterschiede in Kürze:

- · Routing anstatt Vermittlung
- Control Nodes ersetzen die Hauptvermittlungsstellen, die Nebenvermittlungsstellen fallen weg
- Mediation Devices (MD) mit neuer Hardware, neuer Software und neuem Betriebssystem
- Einführung einer neuen Basisstation: Multi-Mode Base Station enhanced (MBSe)
- Die Simulcast Master-Funktion wird ebenfalls auf einer standardmässigen MBSe implementiert. Die erforderlichen Funktionen werden über Softwarelizenzen freigeschaltet und gesteuert
- Keine Änderung bei der Luftschnittstelle.
 Damit ist die Rückwärtskompatibilität für die Endgeräte gewährleistet
- TMP wird nur noch unter MS Windows betrieben, TDP (Technical Display Position) wird nicht mehr angeboten. Die bei Erstellung dieses Dokuments unterstützte Version ist Windows 7
- Hardware wird konsolidiert und optimiert (CN und MD und LAG-IP auf den gleichen Servern in unterschiedlichen Konfigurationen)
- X.25-Protokoll vollständig abgeschafft
- Ethernet- anstatt X.21-Schnittstellen

Control Node

Hauptmerkmale

Control Nodes ersetzen die beide Vermittler – Main und Secondary Switches. Dies ist ein wirklicher Paradigmenwechsel. Die beiden Schränke mit den heutigen, funktionsspezifischen Leiterplatten und Modulen sowie Verbindern und Kabeln werden durch Softwarefunktionen auf redundant installierten Servern ersetzt. Die Server sind über Ethernet-LAN oder, falls erforderlich, über optische Schnittstellen verbunden.



Abbildung 3: Fin Server für Control Node, Mediation Device und Line Access Gate IP

Der neue, sehr kompakte Control Node übernimmt sämtliche Steuerfunktionen und die Vermittlung für ein gesamtes TETRAPOL-Regionalnetz. Ein einziger Server gewährleistet somit sämtliche CN-Funktionen. In TETRAPOL Netzen, wo eine sehr hohe Zahl von Subscriber angemeldet sind, werden die zwei Funktionen von Home Location Register (HLR) und Visitor Location Register (VLR) geteilt auf zwei separaten CN realisiert. Aus Sicherheitsgründen ist für TETRAPOL pro Regionalnetz allerdings die Implementierung von zwei Servern in Hot Standby-Konfiguration vorgesehen.

Der Control Node stellt mehrere für den Betrieb des Regionalnetzes erforderliche Dienste bereit:

- Sprach- und Datendienste, Rufabwicklung und Leitweglenkung
- Sprachkonferenz
- Zentrale Verwaltung sämtlicher Informationen für das Regionalnetz
- Ereignisse, Alarme, Festlegung von Leistungsindikatoren, Teilnehmerstatistiken

 usw
- Lokalisierung, Anmeldung und Rechte von Endgeräten
- Verteilung der Konfigurationsparameter von Funk- und leitungsgebundenen Zellen
- Informationsaustausch mit den Control Nodes anderer Regionalnetze

- Verschlüsselungsmanagement in Zusammenarbeit mit den KLU und KMC und mit Hilfe eines spezifischen Verschlüsselungsmoduls
- DNS-Server
- Informationsserver für Überwachungsund Verwaltungsplätze

Implementiert werden die Control Nodes auf Kontron Servern, einem kompakten Server im 19-Zoll-Format mit Carrier-grade Leistungsund Sicherheitsmerkmalen.

Der Server im kompakten 2U und 20 Zoll tief Formfaktor ist mit achtkernigen Prozessoren der Intel-Familie Xeon auf Dual-Socket-Hauptplatinen ausgestattet. Er bietet hohe Speicher bzw. Massenspeicherkapazität und flexible Optionen für Ein- und Ausgänge und besitzt eine redundante Wechselstrom- oder Gleichstromversorgung. Für verschlüsselt betriebene Netze wird jeder Server mit TETRAPOL Chiffriermodulen ausgestattet.

Alle Rufsteuerfunktionen (Rufabwicklung, Verwaltung der Endgeräte, Verschlüsselung und Sammeln von Managementinformation) wie auch die Abwicklung einer Sprachkonferenz werden von einem Server beherbergt (AC und MCU bzw. Multipoint Conferencing Unit). Die durch die Doppelung der CNH (ein aktiver und ein Stand-by-Server) erzielte Redundanz gilt für Anrufe und Sprachkonferenzen.

Die Leitungsanschlüsse (USB, seriell, Chiffriermodul) befinden sich an der Rückseite des Servers. Ist diese aus bautechnischen Gründen schwer zugänglich, können die Anschlüsse auch in das Frontpanel integriert werden. Jeder CN wird an einen LAN-Switch angeschlossen.

Redundanz im Hot Standby-Modus

Cluster sind der am häufigsten gewählte Weg zu hoher Verfügbarkeit durch Gewährleistung von Redundanz auf Software-, Hardware- und Datenebene. Bei einem Rechnerversagen startet die Clustersoftware die Anwendung sofort auf dem Ersatzrechner, ohne dass irgendein externer Eingriff erforderlich wäre. Je nach Konfiguration der Redundanz spricht man von Cold, Warm und Hot Standby. Die Control Nodes sind für Hot Standby konfiguriert. Benötigt der Neustart des Systems bei Cold Standby mehrere Stunden nimmt dieser beim Warm Standby nur noch wenige Minuten in Anspruch. Beim Hot Standby gilt, dass die Softwarekomponenten auf dem Ersatzrechner ständig hochgefahren sind, aber keine Daten oder Befehle verarbeiten. Die Daten werden in Fast-Echtzeit gespiegelt und sind damit in beiden Rechnern immer auf dem gleichen Stand. Die Datenreplikation erfolgt softwaregesteuert. Bei Hot Standby sind für den Neustart des Systems nur wenige Sekunden erforderlich.

Geographische Redundanz

Nach Bedarf des Kunden können die Server, auf denen der Control Node implementiert ist, auch an verschiedenen Standorten aufgestellt werden. So ist die Service-Kontinuität auch bei Zerstörung durch Brand oder Naturkatastrophen gewährleistet. Dieses Leistungsmerkmal bedeutet einen Fortschritt gegenüber TETRAPOL TDM, wo Redundanz nur am gleichen Standort möglich war.

Mediation Device

Das Mediation Device (MD), ist mit dem CN verbunden und ermöglicht über eine Schnittstelle zur TETRAPOL-Netzinfrastruktur die Implementierung von Netzführungsfunktionen.

Das neue MD ist, gleich wie der CN, auf Kontron Servern anstatt wie bisher auf Oracle (Sun) Servern implementiert. LINUX ist als Betriebssystem an die Stelle von Solaris getreten, die Oracle Datenbank wird ebenfalls ersetzt. Damit wird die Abhängigkeit von kostspieligen Datenbanklösungen überwunden.

Hauptmerkmale des Mediation Device:

- · Je ein MD pro Regionalnetz
- Steuerung der Netzüberwachung und -konfiguration
- Beherbergt die technischen und taktischen Datenbanken des Regionalnetzes
- Beherbergt die «Programme Server Application», welche die Softwaredownloads aller TETRAPOL Knoten verwaltet
- Beherbergt den Network Management Information Server (NM-IS), der über eine SNMP-Schnittstelle (Simple Network Management Protocol) einen Zugang zur Informationsbasis für die Netzführung (MIB) bereitstellt

Bei der neuen IP-Architektur hostet der MD-Server keine Sitzung des TMP (technischen Verwaltungsplatzes) mehr für die Verwaltung der Netzinfrastruktur, denn diese Funktion wird nun ausschliesslich an separaten Windows 7 Arbeitsplätzen bereitgestellt. Die Technical Display Position (TDP) wird nicht mehr angeboten, da sie durch ein besonderes Nutzerprofil des technischen Verwaltungsplatzes TMP abgelöst wurde.

MBSe - Multi-Mode Base Station enhanced

Auch die neue Basisstation wurde von Grund auf neu konzipiert. Aus der Weiterentwicklung der TETRAPOL Base Station ist die noch kompaktere Multi-Mode Base Station (MBSe, «e» für «evolution», leistungsverbessert) hervorgegangen. Sie weist beispielsweise kein separates Modul für die Steuerung der Basisstation mehr auf. Weitere Vorzüge der neuen Basisstation sind die optimale Funkabdeckung, eine höhere Verfügbarkeit und niedrigere Wartungskosten.

Mit Hilfe ihres optimierten Antennensystems (3 Rundstrahler) kann eine einzige, in einem Schrank untergebrachte MBSe bis zu 24 Trägerfrequenzen im 380-430 MHz-Spektrum bereitstellen. Erforderte das frühere Modell der Basisstation drei Schränke, die je 8 Trägerfrequenzen bereitstellten, so unterstützt ein einziges der neuen Transceiver-Module namens TRU Transmit Receive Unit nun 4 Kanäle. Abbildung 4 zeigt eine voll konfigurierte MBS mit 6 TRU. Oben im Schrank sind die Leistungsschalter platziert, darunter befindet sich die Combinereinheit,

welche in diesem Fall aus einer High Power Duplex Unit und einer Coherent Combiner Unit besteht. In der Schrankmitte sind die TRUs zu erkennen, darunter befindet sich eine redundante BBU (Basisbandeinheit). Bei der MBSe ist der BSC kein separates Modul, sondern in die BBU integriert.

Die Luftschnittstelle hat sich nicht verändert. So ist weiterhin ein Kanal (CCH) der Signalisierung und der Übermittlung von Kurzmitteilungen vorbehalten. Die Sprachund Datenkanäle werden dynamisch zugewiesen, wodurch die bekannten Vorteile des statistischen Multiplexing, also der Bündelung von Kanälen, erhalten bleiben. Darüber hinaus ist die Luftschnittstelle des TETRAPOL-Standards für ihren hohen spektralen Nutzungsgrad bekannt.

TETRAPOL IP ist die erste TETRAPOL Infrastruktur, die sowohl eine zellulare Netzkonfiguration (MBSe) als auch eine Simulcast-Konfiguration im Master- oder Slave-Modus zulässt.

Beide Versionen bieten viele Vorteile. Sie sind mit zahlreichen Rückfallebenen ausgestattet: bei Ausfall des Signalisierungskanals wird die Basisstation automatisch rekonfiguriert. Die Basisbandeinheit (BBU) ist gedoppelt. Die Steuerung der Basisstation (BSC), ist nun als Softwaremodul in die BBU integriert. Daher ist die BSC ebenfalls redundant ausgelegt, mit entsprechenden Vorteilen für die Verfügbarkeit.

Wie bereits erwähnt ist die MBSe mit Hybridcombinern ausgestattet, die für Intermodulationsverzerrungen und deren negative Folgen weniger anfällig sind. Ausserdem bedürfen Hybridcombiner anders als Filtercombiner keines manuellen Frequenzabgleichs vor Ort, weshalb die Betriebstechniker die Frequenzen auch per Fernzugriff zuweisen können.

Schliesslich ermöglichen Hybridcombiner auch einen deutlich geringeren Kanalabstand (Mindestabstand 20 kHz anstatt 150 kHz).

Antennenkoppler können an Standorten mit bis zu 8 Kanälen über eine Dual Duplexer Unit (DDU) und an Standorten mit 12 bis 24 Funkkanälen über eine Kombination aus High Power Duplexing Unit (HPDU) und Coherent Combiner Unit (CCU) angeschlossen werden. Die Konfiguration der Funkkanäle erfolgt bei der MBSe in Viererschritten, da ein TRU-Modul je vier Funkkanäle unterstützt. Die MBSe ist über eine Ethernet-Schnittstelle (10/100 Base-T oder 100 Base-FX) an den IP-Backbone angebunden. Duplexer reduzieren die Zahl der erforderlichen Antennen. Die hohe Diversity sorgt für eine deutlich bessere Empfangssensibilität. Für die Standortüberwachung ist die MBSe mit fünf Eingängen für zusätzliche Alarme ausgestattet.



Abbildung 4: Die Multi-Mode Base Station

TACTILON - Eine neue Teilnehmerverwaltung

Eine weitere wichtige Neuerung, die zusammen mit TETRAPOL IP eingeführt wird, ist die neue Teilnehmerverwaltung "TACTILON".

Ein TETRAPOL-Netzwerk hat Tausende von Funkteilnehmern und Hunderte von Gesprächsgruppen, deren Verwaltung sehr zeitaufwendig ist. Daher bietet TACTILON eine bedienungsfreundliche, sichere und flexible taktische Verwaltungslösung. Sie reduziert sich wiederholende Aktionen und Arbeitsbelastung für die Betreiber. Das minimiert Fehleranfälligkeit und Kosten in erheblichem Umfang.

TACTILON kann Teilnehmer in TETRAPOL TDM- und TETRAPOL IP-Netzwerken verwalten. Es ist darauf ausgelegt, die Migrationsphase grundlegend zu erleichtern, wenn Benutzer von der TDM-Plattform auf TETRAPOL IP umgestellt werden und Teilnehmer in grosser Anzahl übernommen werden. Die Plattform bietet zudem zusätzliche Redundanz. Damit wird das gesamte TETRAPOL-System noch robuster.

Mit TACTILON können Betreiber verschiedene Objekte über eine einzelne Benutzeroberfläche verwalten. Anstatt Funkteilnehmer und Gesprächsgruppen einzeln zu verwalten, kann der Betreiber die Attribute mehrerer Teilnehmer und Gesprächsgruppen mit einem einzelnen Befehl verwalten. Das spart Zeit und Mühe.

Mit TACTILON wird auch die taktische Arbeitsposition (TWP) obsolet. Damit hat der Administrator eines regionalen Netzwerks über eine einfache Online-Oberfläche Zugriff auf das System: Es sind keine teuren, dedizierten Systeme erforderlich, und der Fernzugriff auf die Anwendung ist damit einfacher umzusetzen. Zudem ermöglicht TACTILON den gleichzeitigen Zugriff auf mehr regionale Netzwerke als es in der TDM Version möglich war.

TACTILON führt zudem das Konzept des Bedienerprofils ein. Damit können Benutzerrechte für die Anzeige und die Änderung von Einheiten wie z. B. Teilnehmerzahlen, Organisationen und Abdeckungen mit umfassender Flexibilität verwaltet werden, je nach den Bedürfnissen einer Organisation. Die Plattform bietet zudem eine bessere Rückverfolgbarkeit, da alle Änderungen am TETRAPOL-Netzwerk zusammen mit der Bedieneridentität protokolliert werden.

TACTILON ist darüber hinaus zukunftssicher:

Es wurde darauf ausgelegt, die Integration der TETRAPOL-Netzwerkdienste und der mobilen Breitbanddienste umzusetzen, welche durch ein öffentliches oder ein privates Netzwerk bereitgestellt werden könnten. Analysten im Telekommunikationsbereich bezeichnen diesen Ansatz oft als MVNO (Mobile Virtual Network Operator). In diesem Szenario werden mehrere Geräte sowie die Konnektivitätsdienste eines einzelnen Benutzers - beispielsweise eines Polizisten mit TETRAPOL Funkgerät und 4G Smartphone von TACTILON als eine Einheit angezeigt. Mit diesem Ansatz kann das System entscheiden, welches Gerät für welchen Dienst optimal geeignet ist. Das kann ein Gruppengespräch, ein Video, ein auszufüllendes Formular oder eine E-Mail sein. TACTILON wird diese Entscheidung transparent machen. Ebenfalls vorgesehen ist die Verwendung spezieller Hochaeschwindiakeits-Mobilfunknetze wie zum Beispiel eine private 4G-Lösung, die vielleicht nur in einem städtischen Umfeld Abdeckung bietet.

Line Access Gate IP

Der Line Access Gateway IP (LAG-IP) ist die neue Sprach- und Signalisierungsschnittstelle für leitungsgebundene Sprach- und Datenanbindungen und ist gleichzeitig der Endpunkt der Tetrapol-Verschlüsselung. Der LAG-IP in Form eines Carrier-grade Servers gleichen Typs wie für den Control Node löst die heutige sperrige und komplexe Hardware ab. Er ersetzt die bisher verwendeten Line Access Gateway und Access Gates (AGs).

In Bezug auf Konfiguration, Überwachung und Zählerfunktionen wird der LAG-IP ähnlich wie eine Basisstation im Netz integriert und verwaltet: der LAG-IP ist via IP mit einem einzelnen Control Node (CN) logisch verbunden, und kann von mehreren Organisationen gleichzeitig benutzt werden.

Für die Verwendung herkömmlicher LCTs mit einem IP-Backbone könnte in der Migrationsphase mit dem existierenden I-LATC vorgegangen werden.

Hauptfunktionen des LAG-IP:

- Schnittstelle zur Einsatzleitzentrale
- Schnittstelle zu IP-basierten Aufnahmegeräten

Schnittstellen des LAG-IP:

- Die SSCP normierte Schnittstelle für die Signalisierung zur Leitstelle (CC)
- Die Sprachschnittstelle basiert auf dem Voice Over IP Protokoll: G.711-codierte, nichtkomprimierte Schnittstelle, 56 kbit/s oder 64 kbit/s
- Schnittstelle zum Control Node wie bei einer Basisstation. Der LAG-IP entspricht einer Basisstation und er wird als solche im Netz geführt (Konfiguration, Überwachung, Zählfunktionen).

V.11-Schnittstellen wird es nicht mehr geben. Ethernet-Datenpakete werden ihre kostspielige Verkabelung ersetzen.

Der LAG-IP basiert auf demselben Servertyp Kontron CG2300 wie der Control Node und das Mediation Device der neuen Tetrapol IP Infrastruktur. Als Betriebssystem kommt eine gehärtete Linux-Variante zum Einsatz. Der LAG-IP wird mit redundanten Netzteil, Laufwerk und Ethernet Schnittstellen ausgestattet. Zwei Versionen sind verfügbar, mit Stromversorgung 220 VAC oder 48 VDC. Jeder LAG-IP wird hardwareseitig mit voller Ausstattung von 24 möglichen Kanälen geliefert: die Anzahl der jeweils nutzbaren Sprachkanäle wird aber durch Softwarelizenzen kontrolliert. Ein zweiter, auf einem anderen Server implementierter Knoten (Knotenredundanz) kann zur besseren Sicherung gegen Notfälle installiert werden.

Wie das LCT ist auch das LAG-IP mit Sprachver- und -entschlüsselung ausgestattet. Wo Nutzerdaten unverschlüsselt zugänglich sind, z.B. wenn das Netz nicht völlig von der Nutzerorganisation kontrolliert wird (LAN oder WAN), müssen die Daten physisch gegen unbefugten Zugriff gesichert werden.

Fazit

Dieses Dokument veranschaulicht, warum TETRAPOL IP die optimale Antwort auf die Fragen bietet, die sich durch die Alterung der TETRAPOL TDM-Infrastruktur ergeben könnten.

Es erklärt, wie TETRAPOL IP die notwendige reibungslose Migration mit minimalen Unterbrechungen eines aufgabenkritischen, für die öffentliche Gemeinschaft absolut lebensnotwendigen Dienstes bewerkstelligt.

Abkürzungen

BB Broad Band (Breitband)

BBU Base Band Unit (Basisband-Einheit)

BS Base Station (Basisstation)

BSC Base Station Controller (Streuereinheit Basisstation

CN Control Node (Rechner für digitale IP-basierende Vermittlung und Schlüsselverwaltung)

CCU Coherent Combiner Unit (Kombinierer kohärenter Signale)

DDU Dual Duplexer Unit (Doppelduplexer)

Eth Ethernet

HPDU High Power Duplexer Unit (Hochleistungsduplexer)

HW Hardware

IP Internet Protocol

KMC Key Management Center

LAG Line Access Gateway

LAG-IP Line Access Gateway IP

LTE Long Term Evolution (Mobiltelephonie der 4. Generation)

MBS Multi-mode Base Station (Multimodale Basisstation)

MBSe Multi-mode Base Station evolution

MD Mediation Device (Datenbank für Teilnehmerverwaltung)

MSW Main Switch (Hauptvermittlungsstelle)

PMR Professional Mobile Radio (Professioneller Mobilfunk)

RN Regional Network

Rx Radio Receiver (Funkempfänger)

SPC S-PRO Connector (Schnittstelle für Funkleitstellen und Datenanwendungen)

SSW Secondary Switch (Nebenvermittlungsstelle)

Tx Radio Transmitter (Funksender)

TDM Time Division Multiplexing (Zeitmultiplexverfahren)

TMP Technical Management Position

TRU Transceiver Radio Unit (Funk-Sendeempfänger)

TWP Tactical Working Position

Über Atos

Atos ist ein weltweit führender Anbieter für die digitale Transformation mit circa 100.000 Mitarbeitern in 73 Ländern und einem Jahresumsatz von rund 13 Milliarden Euro. Als europäischer Marktführer für Big Data, Cybersecurity, High Performance Computing und Digital Workplace unterstützt Atos Unternehmen mit Cloud Services, Infrastruktur- und Datenmanagement sowie Business- und Plattform-Lösungen. Hinzu kommen Services der Tochtergesellschaft Worldline, dem europäischen Marktführer für Zahlungsverkehrs- und Transaktionsdienste.

Mit innovativen Technologien, umfassender digitaler Kompetenz und tiefgreifendem Branchenwissen begleitet Atos die digitale Transformation von Kunden aus unterschiedlichen Marktsegmenten: Banken, Bildung, Chemie, Energie und Versorgung, Gesundheit, Handel, Medien und Verlage, Öffentlicher Sektor, Produktion, Telekommunikation, Transport und Logistik, Versicherungen und Verteidigung. Der Konzern ist der weltweite IT-Partner der Olympischen und Paralympischen Spiele. Atos firmiert unter den Marken Atos, Atos Consulting, Atos Worldgrid, Bull, Canopy, Unify und Worldline. Atos SE (Societas Europaea) ist an der Pariser Börse als eine der 40 führenden französischen Aktiengesellschaften (CAC40) notiert.