



SULLA STRADA VERSO FRMCS

DARE FORMA AL FUTURO DELLA COMUNICAZIONE FERROVIARIA

Traditional. Innovative. SOLUTIONS.

funkwerk))





Dal 1981 Funkwerk sviluppa e produce sistemi radio ferroviari per le aziende ferroviarie di tutto il mondo. In qualità di leader mondiale, offriamo soluzioni su misura per la comunicazione vocale e dati su reti mobili analogiche e digitali (GSM-R/4G/5G) su rotaia.

Grazie alla loro modularità, i sistemi di comunicazione di Funkwerk sono pronti ad affrontare le sfide future. Teniamo conto delle tecnologie e degli standard più moderni e sviluppiamo soluzioni su misura.

DARE FORMA AL FUTURO DELLA COMUNICAZIONE FERROVIARIA

Grazie all'integrazione di tecnologie all'avanguardia, Funkwerk ha già contribuito in modo determinante al passaggio dalla radiocomunicazione analogica a quella digitale nel settore ferroviario. Oggi è in atto un nuovo cambiamento tecnologico, con l'introduzione dell'FRMCS come standard europeo basato sul 5G per le comunicazioni ferroviarie del futuro.

Funkwerk è fortemente coinvolta nella definizione dello standard e produce già oggi un'intera gamma di moduli e dispositivi per rendere gli impianti nuovi ed esistenti compatibili con FRMCS.

Questa brochure offre una panoramica della nostra strategia di migrazione verso FRMCS.

COMUNICAZIONI FERROVIARIE DI PROSSIMA GENERAZIONE



L'introduzione dell'FRMCS è alla base del funzionamento ferroviario digitale del futuro, che mira ad aumentare l'efficienza, l'affidabilità e la sicurezza.

Basato sulla tecnologia radio 5G, il nuovo standard pone le basi per una comunicazione basata su IP, separando il sistema di trasmissione dall'applicazione. FRMCS integra GSM-R e lo sostituirà in futuro per portare la comunicazione tra veicoli e infrastrutture a un nuovo livello.

Sviluppiamo componenti FRMCS per l'aggiornamento dei sistemi radio ferroviari esistenti e soluzioni complete per i nuovi veicoli. Il nostro obiettivo è quello di consentire una transizione senza soluzione di continuità e supportare percorsi di migrazione individuali. In questo modo garantiamo la sicurezza degli **investimenti a lungo termine** per i vostri sistemi esistenti. Funkwerk vi accompagna come partner nel vostro viaggio verso il futuro della comunicazione ferroviaria.

Oltre all'ulteriore sviluppo dei nostri sistemi certificati, mettiamo molta passione e motivazione nello sviluppo di soluzioni future, come ad esempio i nostri prossimi sistemi radio ferroviari **MESA all:nexo®**.

IL VOSTRO PERCORSO VERSO FRMCS

Funkwerk è coinvolta in modo determinante nel processo di standardizzazione, nello sviluppo e nei test per l'introduzione di FRMCS ed è attiva nei comitati europei. Gli attuali piani della Commissione Europea prevedono di creare entro il 2028 il quadro giuridico per l'introduzione e l'approvazione di FRMCS e di consentire successivamente la implementazione della tecnologia. Si stima che la fase di migrazione da GSM-R a FRMCS richiederà altri 10-15 anni in Europa.

Funkwerk sta già sviluppando concetti e soluzioni di migrazione. L'attuale **famiglia di prodotti MESA®** può essere aggiornata per l'utilizzo di FRMCS. Grazie alla sua architettura modulare, la piattaforma MESA® a prova di futuro consente una migrazione sicura verso FRMCS. L'aggiornamento è possibile senza la sostituzione dell'intero sistema radio, che richiede investimenti elevati e richiede molto tempo.

Le future piattaforme **MESA all:nexo®** supporteranno FRMCS in modo nativo e saranno retrocompatibili con gli standard precedenti tramite moduli già disponibili.

SOLUZIONI INTEGRATE DI FUNKWERK

In qualità di fornitore di soluzioni di comunicazione di bordo, sviluppiamo e produciamo componenti di sistema per veicoli esistenti e nuovi, nonché per la migrazione di sistemi radio ferroviari già esistenti:

- ▶ Apparecchiature/impianti radio ferroviari
- ▶ Gateway FRMCS come interfaccia per applicazioni di bordo
- ▶ **Applicazioni client FRMCS MCX** per la comunicazione vocale e dati
- ▶ Unità di comando/MMI (componenti di visualizzazione e audio)
- ▶ Sistemi di antenne innovativi per una comunicazione ottimizzata
- ▶ Oltre alla tecnologia FRMCS, Funkwerk offre anche servizi per l'integrazione di successo del sistema nel veicolo:
- ▶ Gestione della certificazione
- ▶ Assistenza per l'omologazione dei veicoli
- ▶ Servizi di ingegneria

COMUNICAZIONE MULTIMODALE SICURA OLTRE OGNI CONFINE

Dall'introduzione del GSM-R nei primi anni '90, sviluppiamo ogni sistema radio ferroviario per diverse modalità operative, al fine di garantire il funzionamento in diverse regioni e paesi oltre i confini nazionali.

Grazie alla struttura modulare coerente e alla separazione tra hardware e software, siamo in grado di implementare in un unico sistema qualsiasi standard radio attuale e futuro. Ciò garantisce e assistenza a lungo termine per il vostro investimento.

La **famiglia di prodotti MESA®** può essere configurata per qualsiasi tipo di utilizzo grazie ai nostri diversi moduli aggiuntivi. Dalla comunicazione vocale FRMCS autonoma ai gateway completamente integrati, implementiamo opzioni su misura per le vostre esigenze specifiche.

I sistemi radio per treni Funkwerk sono progettati come dispositivi multimodali per garantire il funzionamento in diverse regioni e paesi oltre i confini nazionali.



“

Con l'introduzione di FRMCS, forniremo un sistema di bordo FRMCS conforme alla TSI-CCS che integra una tecnologia all'avanguardia per la sicurezza delle informazioni e la protezione dagli attacchi informatici.

IL GATEWAY FUNKWERK

A differenza del GSM-R, l'FRMCS si basa interamente sulla tecnologia IP. Ciò aumenta i requisiti di sicurezza dei componenti (sicurezza informatica). Con l'introduzione dell'FRMCS, forniremo un **sistema di bordo FRMCS conforme alla TSI-CCS** che integra la tecnologia più avanzata per la sicurezza delle informazioni e la protezione dagli attacchi informatici.

Il gateway Funkwerk, la sua variante interna e la futura evoluzione verso un sistema rack-based forniranno interfacce che soddisfano pienamente la definizione e la standardizzazione UIC. Funkwerk è costantemente coinvolta nel processo di standardizzazione, testando i propri sistemi in vari progetti pilota e di ricerca. Questi test costituiscono la base per ulteriori fasi di sviluppo.



AGGIORNAMENTO DEL VOSTRO SISTEMA RADIO MESA ESISTENTE

PROTEGGETE IL VOSTRO INVESTIMENTO ESISTENTE

La migrazione a FRMCS è possibile per tutti i sistemi radio ferroviari MESA®. Offriamo diverse soluzioni per le vostre specifiche esigenze di progetto.



Design modulare per soluzioni flessibili



Collaudato e certificato secondo gli standard più recenti



Protezione **dell'investimento a lungo termine**



Con il **CRLT.50**, Funkwerk ha sviluppato una radio cabina basata su 5G. La **radio cabina** compatta di nuova generazione viene utilizzata nei moderni sistemi di comunicazione mobile e ferroviaria (5G/FRMCS). È alloggiata in un alloggiamento doppio DIN standard e offre servizi di telefonia e dati, compresa la possibilità di utilizzare **applicazioni MCX**.

Il modulo radio digitale MTC18 basato su 5G con modem integrato non solo offre il supporto già esistente per diversi sistemi di comunicazione mobile e bande di frequenza, ma anche un'eccezionale sostenibilità futura e flessibilità, poiché può integrare senza problemi anche modem FRMCS certificati.



- ▶ Supporto per una vasta gamma di bande di frequenza 3GPP 5G NR e LTE
- ▶ Supporto per FRMCS 900 e 1900 MHz (banda n100 e n101)
- ▶ Potente CPU quad-core Arm® Cortex®
- ▶ Interfacce GBit Ethernet per OB_{APP} e OB_{RAD}
- ▶ GNSS
- ▶ eSIM integrata e slot per scheda SIM
- ▶ Alimentatore a largo raggio da 24 a 110 VDC
- ▶ Conforme agli standard ferroviari

OLTRE 20.000

dispositivi portatili focX® di Funkwerk
sono in uso in tutto il mondo

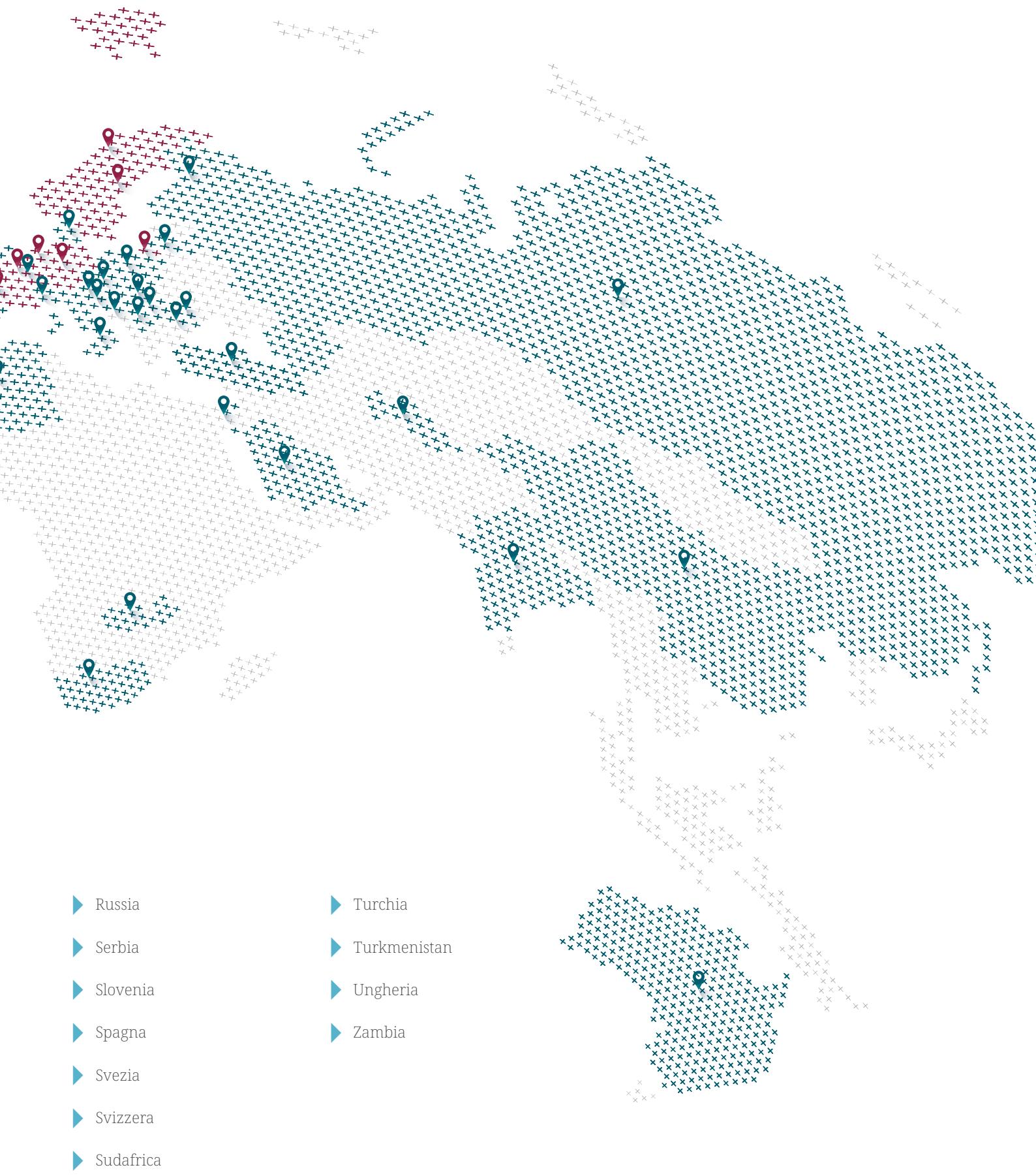
OLTRE 55.000

cabine di guida in tutto il mondo sono
dotate di sistemi radio ferroviari MESA®

- Funkwerk è il principale fornitore di terminali mobili GSM-R
- Sistemi radio ferroviari di Funkwerk

► Algeria	► Croazia	► Israele	► Norvegia
► Arabia Saudita	► Danimarca	► Italia	► Paesi Bassi
► Australia	► Finlandia	► Lettonia	► Polonia
► Austria	► Francia	► Lituania	► Portogallo
► Belgio	► Germania	► Lussemburgo	► Repubblica Ceca
► Bulgaria	► Gran Bretagna	► Marocco	► Repubblica Slovacca
► Cina	► India	► Messico	► Romania

OLTRE 75.000X IN TUTTO IL MONDO



SOLUZIONI PER GSM-R E FRMCS

SMARTPHONE focX®2

Questo smartphone robusto è dotato di un modem radio GSM-R dedicato e soddisfa i requisiti degli standard EIRENE.

Le future generazioni dei nostri smartphone focX® supporteranno anche i **requisiti FRMCS**. Oltre al GSM-R, il focX®2 supporta anche i **client MCX**.

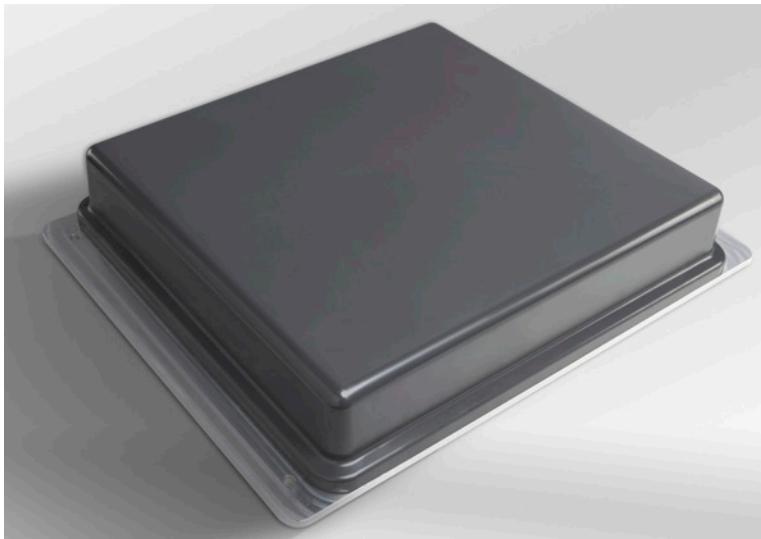


FOCX²
RESISTENTE ALLE INTERFERENZE
ED ESTREMAMENTE ROBUSTO

ANTENNA

Con la nostra innovativa antenna Funkwerk, è possibile utilizzare due moduli radio GSM-R su un'unica antenna senza interferenze reciproche, creando così lo spazio necessario per l'installazione di un'antenna FRMCS dedicata, necessaria per la migrazione a FRMCS.

Una volta completato il processo di migrazione, l'antenna FANT mostra tutto il suo potenziale e supporta l'intero spettro FRMCS regolamentato europeo.



DISPOSITIVI DI PROVA

Funkwerk offre apparecchiature di prova professionali per la messa in servizio e la manutenzione dei sistemi radio ferroviari, tra cui

- ▶ Apparecchiature di prova per antenne
- ▶ Simulatore di rete analogico ETS
- ▶ Simulatore di rete GSM-R NETSi.1
- ▶ Misuratore di potenza RF
- ▶ Tester analogico ARSIS.1

”

Funkwerk offre un'ampia gamma di prodotti per il funzionamento completo di GSM-R e FRMCS

TRAGUARDO RAGGIUNTO INTEROPERABILITÀ FRMCS

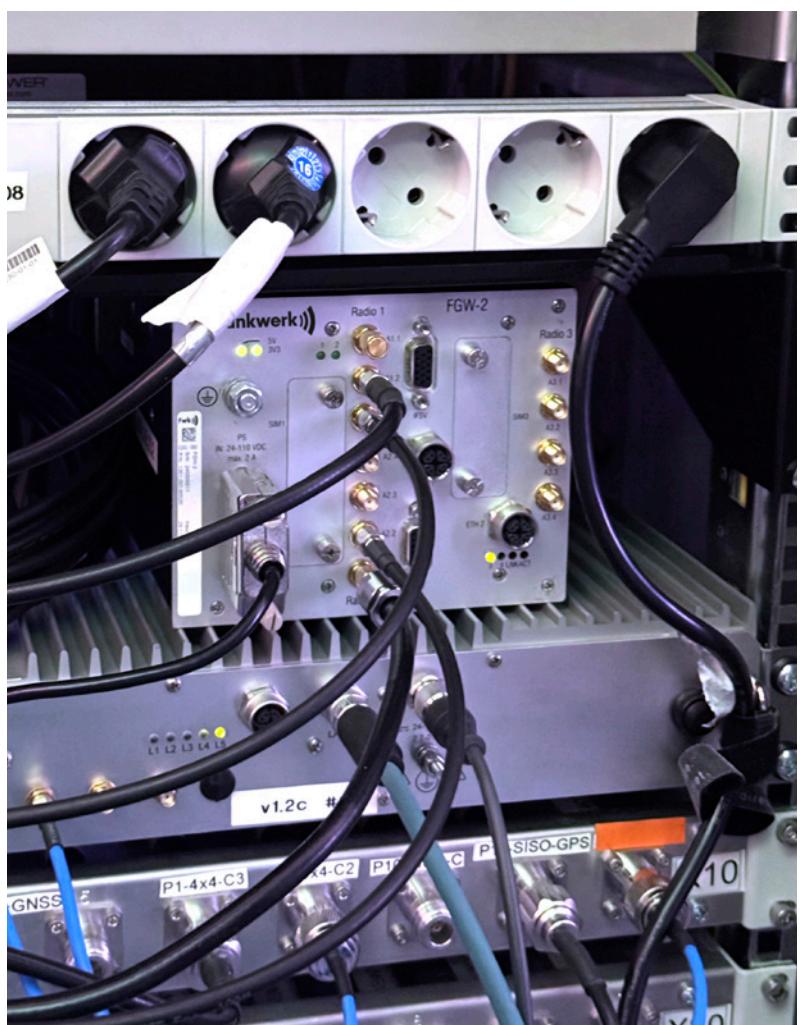
Nell'estate del 2025 Funkwerk ha raggiunto un importante traguardo nel percorso verso l'implementazione conforme agli standard di FRMCS. Nel corso di test e dimostrazioni approfonditi in ambiente di laboratorio e nel campo di prova reale della ferrovia digitale nei Monti Metalliferi, Funkwerk ha testato con successo l'implementazione IP Multipath con il **gateway TOBA (FGW)**.

I test in condizioni operative reali si sono concentrati sull'interoperabilità della nostra applicazione con diversi server trackside. Particolarmente impressionante è stato il passaggio senza interruzioni dei flussi di dati tra la rete DB FRMCS e la rete pubblica 5G di Vodafone.

Un ulteriore passo avanti per rendere la ferrovia digitale tedesca a prova di futuro.

Per il collegamento virtuale dei treni merci, Funkwerk ha anche dimostrato in laboratorio, sulla base del gateway, che la trasmissione sicura dei dati di controllo tra più veicoli in multi-trazione funziona.

In questo caso, Funkwerk ha ottenuto l'approvazione per l'estensione della fase di test. Durante questo sviluppo sono stati anche inaspriti i requisiti di sicurezza informatica dei prodotti. L'approvazione include la prova della conformità a tali requisiti. Funkwerk è quindi sulla buona strada per attuare i requisiti del **Cyber Resilience Act (CRA) europeo**.





Anche con la futura introduzione dell'FRMCS e la conseguente sostituzione degli standard esistenti, il GSM-R e la radio analogica ferroviaria continueranno ad esistere anche dopo il 2035 per motivi operativi.

In qualità di produttore e fornitore leader mondiale di soluzioni di comunicazione ferroviaria, siamo consapevoli della nostra responsabilità di fornire continuamente prodotti e sistemi GSM-R.

Abbiamo investito strategicamente per garantire la disponibilità a lungo termine dell'intera **famiglia di prodotti MESA®** e dei suoi componenti.

”

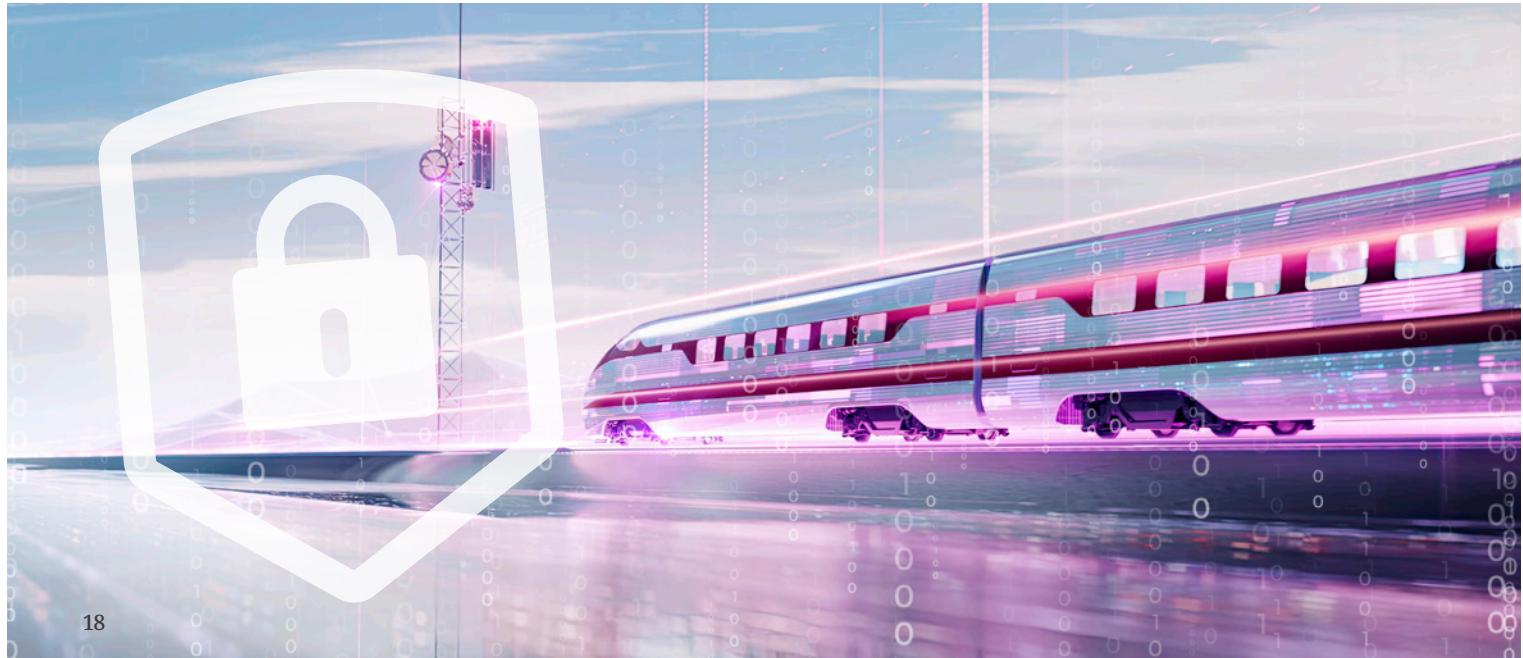
Qualunque sia la tecnologia di comunicazione di cui avete bisogno, **Funkwerk** è il vostro partner e vi supporta con una disponibilità a lungo termine.

CYBERSECURITY E PROCESSI CERTIFICATI

I sistemi radio mobili Funkwerk soddisfano i requisiti di sicurezza informatica per l'intero ciclo di vita del prodotto, che può durare diversi decenni.

Ciò include anche i processi di smantellamento e la conseguente distruzione dei dati. Già nella **fase di sviluppo** puntiamo sulla **sicurezza integrata**. Le diamo la priorità già in fase di sviluppo, rafforziamo continuamente i sistemi e offriamo soluzioni di retrofit per i sistemi esistenti. Offriamo soluzioni di sicurezza informatica su misura anche per i sistemi legacy.

Grazie alla nostra vasta esperienza nel settore delle infrastrutture critiche, offriamo un'ampia gamma di competenze e servizi in materia di sicurezza informatica. Organizziamo corsi di formazione per i dipendenti, redigiamo documentazioni dettagliate per sensibilizzare sui temi della sicurezza informatica e forniamo assistenza nell'esecuzione di complesse analisi delle minacce e dei rischi all'interfaccia con il veicolo e all'interfaccia radio.



Per garantire che i nostri prodotti siano conformi ai più recenti standard di sicurezza IT, Funkwerk sottopone costantemente i propri processi e prodotti ad audit e **certificazioni secondo la norma ISO 27001**.

Inoltre, Funkwerk ha superato con successo un audit per i componenti ferroviari e di trasmissione dati secondo la norma **IEC 62443**. Questo standard industriale per la sicurezza informatica è integrato nel nostro processo di sviluppo, in cui a ogni progetto di sviluppo è assegnato un responsabile della sicurezza IT.

Sviluppo del prodotto secondo la norma IEC 62443

Applichiamo sistematicamente il sistema di gestione dei requisiti per garantire che i nostri prodotti siano conformi alle **norme IEC 62443**. Dopo un'analisi completa della sicurezza, definiamo e implementiamo misure adeguate già durante il processo di sviluppo per raggiungere il livello di sicurezza desiderato.

Per ogni sistema creiamo una documentazione dettagliata sulla sicurezza IT che conferma la conformità alle norme pertinenti e contiene specifiche precise per un utilizzo sicuro e conforme alle norme del sistema, in conformità con le norme di sicurezza IT.

“ Ci concentriamo sulla sicurezza integrata già nella fase di sviluppo e siamo certificati secondo le norme ISO 27001 e IEC 62443.



LABORATORIO DI PROVA CERTIFICATO DA DAKKS

Tutti i prodotti e le soluzioni destinati all'uso in infrastrutture critiche come il trasporto ferroviario sono soggetti a requisiti speciali. Misurazioni, test e prove sono particolarmente importanti. Per affrontare tutte le sfide associate, effettuiamo misurazioni, test e prove approfondite nel nostro laboratorio di prova interno, **certificato DakkS** e all'avanguardia.

Grazie al nostro know-how, alla nostra competenza tecnica e alle condizioni ottimali del nostro laboratorio, siamo in grado di testare i prodotti in fase di sviluppo e di offrire un'ampia gamma di omologazioni secondo le norme ferroviarie europee e internazionali.

Inoltre, apriamo le nostre porte ai vostri scenari di test individuali. Vi accompagniamo dalla specifica dei test ai test di sviluppo fino al test di omologazione certificato.

Tutti i documenti e i rapporti di prova sono redatti e messi a disposizione secondo gli standard internazionali.

ACCREDITAMENTO E AMBITO DI APPLICAZIONE

NORME FERROVIARIE EUROPEE

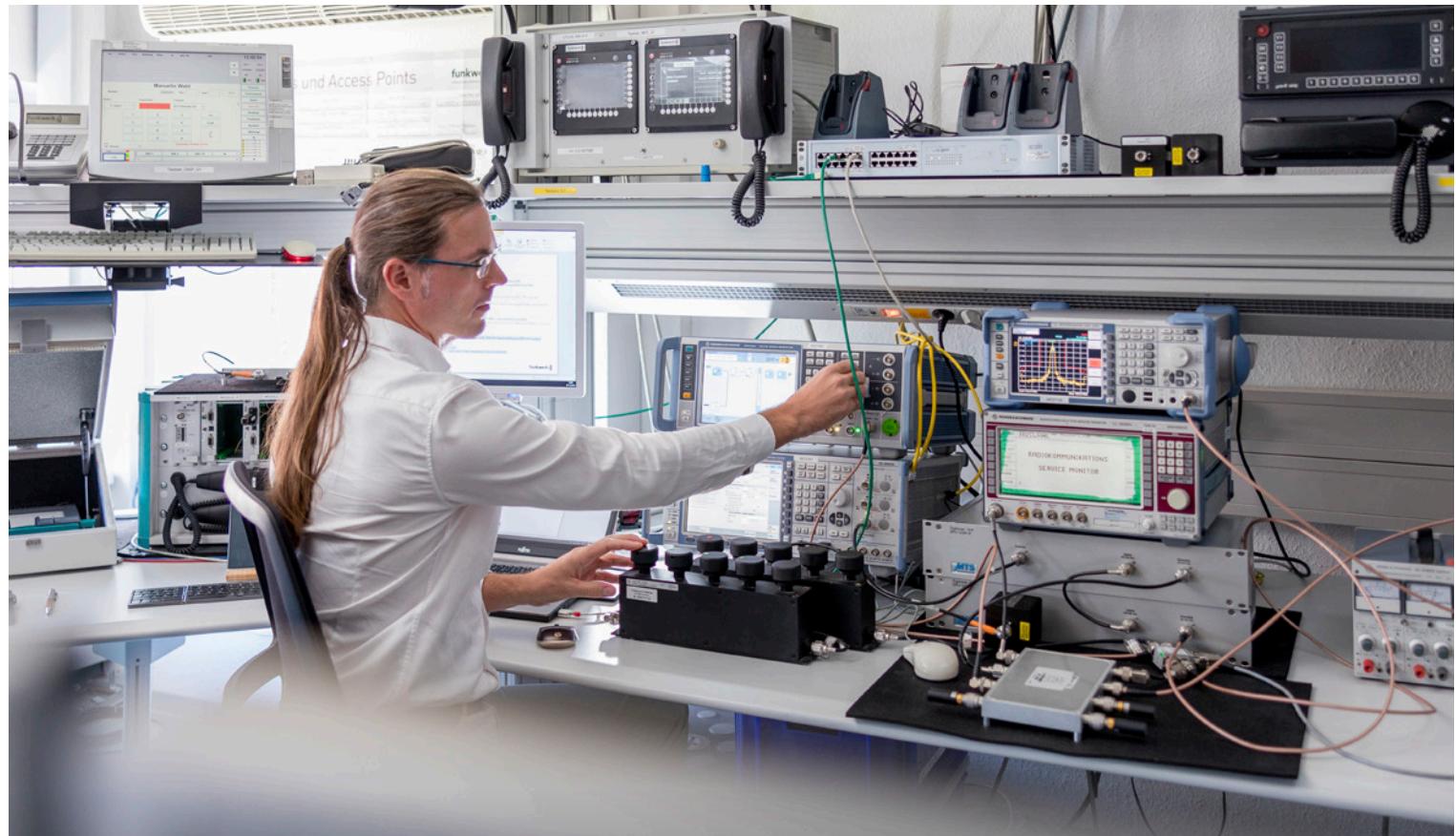
- ▶ EIRENE FRS/SRS
- ▶ UNISIG Subset-093 Trasmissione radio FFFIS per Euroradio
- ▶ Codice UIC 751-3 Radio analogica per treni

NORME FERROVIARIE INTERNAZIONALI

- ▶ Temperatura DIN-EN-60068-2
- ▶ RED Direttiva sulle apparecchiature radio 2014/53/UE
- ▶ Misurazioni RF, antenne, blocco e intermodulazione

COMPITI E RESPONSABILITÀ

- ▶ Misurazioni durante lo sviluppo
- ▶ Convalida funzionale
- ▶ Garanzia della qualità e convalida die risultati die test
- ▶ Studi e analisi
- ▶ Preparazione e supporto die test di omologazione



”

Il nostro laboratorio dispone di un'ampia gamma di accreditamenti secondo gli standard ferroviari europei e internazionali

COMPETENZA. QUALITÀ. MADE IN GERMANY.

Funkwerk è il fornitore leader di apparecchiature radio analogiche e digitali per treni, utilizzate in oltre 40 paesi in tutto il mondo.

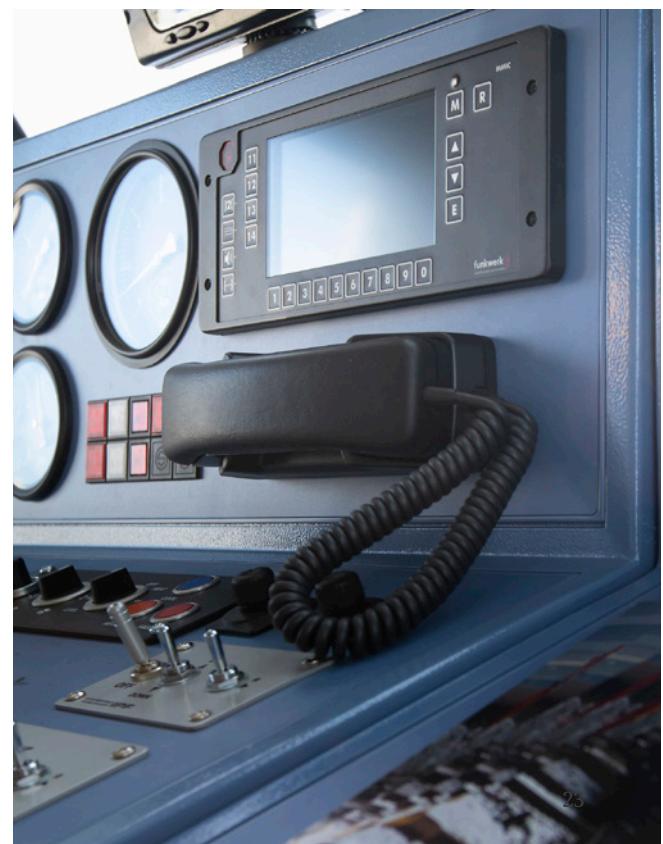
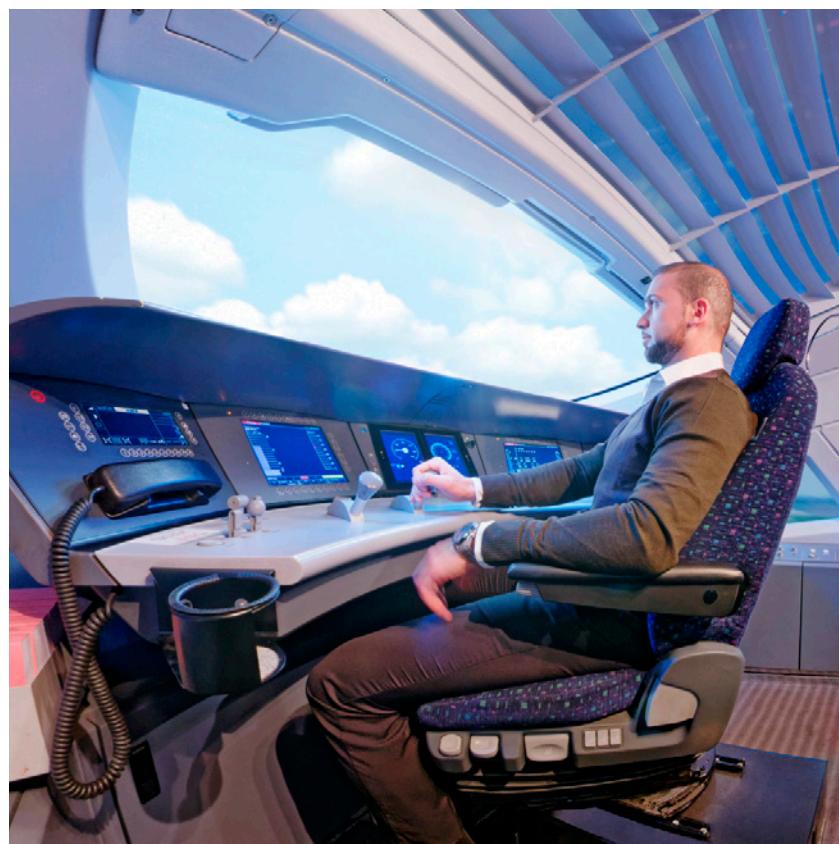
Il nostro obiettivo è quello di continuare a spingere i limiti della tecnologia e, come abbiamo fatto in passato promuovendo la migrazione dalla comunicazione analogica ai sistemi digitali, continueremo a farlo sviluppando soluzioni per una migrazione efficiente dal GSM-R al FRMCS.

Con i nostri futuri sistemi radio ferroviari **MESA all:nexo®** compiamo il passo successivo verso FRMCS, continuando a supportare gli standard precedenti.

Funkwerk opera in modo completamente integrato. Sviluppiamo e produciamo i nostri prodotti in modo indipendente in Germania, nella nostra sede di Kölleda (Turingia). I nostri dipendenti ben formati ed esperti garantiscono una disponibilità e una qualità dei prodotti costantemente elevate, conformi ai più elevati standard di produzione e sicurezza.

Il team della nostra organizzazione internazionale di vendita e assistenza garantisce un'assistenza clienti personalizzata per l'intero ciclo di vita del prodotto e oltre.

Il nostro reparto interno per l'omologazione e l'approvazione dei sistemi di bordo certifica le soluzioni secondo gli standard più recenti e la normativa TSI CCS attualmente in vigore.





Funkwerk Systems GmbH

Im Funkwerk 5 · 99625 Kölleda · Germania
funkwerk.com

funkwerk))