

Generierung reversierende Bedienhandlungen gleich einfügen. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, nach einer Bedienhandlung wieder den Ausgangszustand herzustellen, damit weitere Bedienhandlungen des Testablaufs nicht stellwerksbedingt abgewiesen werden (zum Beispiel eine Fahrstraßeneinstellung durch eine noch vorhandene Weichensperrung).

Die so generierten Kommandodateien können anschließend über das Test- und Simulationssystem TESSI in das Stellwerk eingespeist werden. Ergebnis ist ein automatischer Testablauf für die zuvor aus den projektierten Daten des Stellwerks automatisch generierten Testfälle.

Auf dem Zielsystem TESSI besitzt jede Kommandodatei einmalige Dateiangaben. Diese Angaben werden bei einem Testlauf in den Dateinamen der entstehenden Protokolldatei übernommen. So ist später die zugehörige Kommandodatei und deren zeitliche Einordnung im automatischen Testablauf zu erkennen.

Auf Grund seiner Möglichkeiten bietet sich eFdl-TESSI für den Einsatz in unterschiedlichen Bereichen an, so bei

- der automatischen Vorprüfung projektierten Daten,

- der teilautomatischen Funktionsprüfung (Einzelbedien- und Fahrstraßenkommandos bei neuen Rechnerständen im Sinne eines Regressionstests),
- der Sicherstellung der Wiederverwendbarkeit von Testfällen nach Änderung in der Projektierung (Konvertierung) und
- beim Belastungstest elektronischer Stellwerke vor Inbetriebnahme.

4 Fazit

Das Test- und Simulationssystem TESSI wird seit 1996 bei der Prüfung elektronischer Stellwerke eingesetzt. Insbesondere bei der Prüfung dynamischer Aspekte des elektronischen Stellwerks ist TESSI heute nicht mehr wegzudenken.

Dennoch kann heute auf die Prüfung durch den Menschen nicht verzichtet werden. TESSI und die darauf aufsetzende automatische Testfallgenerierung mit eFdl-TESSI unterstützen den Menschen bei seiner Arbeit, entlasten ihn von Routinearbeiten und führen so zu Zeitersparnis. Vor allem aber helfen sie ihm, sich voll auf seinen Teil der Aufgabe zu konzentrieren.

Literatur

- [1] *Birtel, P.*: Systemstreßtests sichern die Verfügbarkeit elektronischer Stellwerke. SIGNAL+DRAHT, 1997, Heft 6.
- [2] *Mildner, J.*: PROSIM - Prozeßsimulation der Außenanlage beim elektronischen Stellwerk. SIGNAL+DRAHT, 1995, Heft 4.

SUMMARY

Automatic generation of test cases for electronic interlockings

Comprehensive testing for proof of functional reliability has to be carried out during configuration and before commissioning of new electronic interlockings as well as for modification of electronic interlockings which are already in operation. Nowadays, only automatic procedures allow fast and efficient execution of testing. Automatic generation of test cases relieves the user of the TESSI Test and Simulation System to the greatest possible extent of manual preparation of the required test cases.

Neues Prüf- und Einstellgerät für Gleisstromkreise und Achszähler

Holm Chemnitz

Im Einsatz befindliche Gleisstromkreise und Achszähler bedürfen zur Inbetriebnahme und Instandhaltung zuverlässiger und einfach zu handhabender Servicetechnik. Gesichtspunkte wie gute Transportabilität, Widerstandsfähigkeit gegen im Außeneinsatz übliche Umgebungsbedingungen, unkomplizierte Bedienung bei gleichzeitiger Universalität sowie ausreichend hohe Genauigkeit bei geringstem Abgleichaufwand stehen im Vordergrund. Diese Forderungen in Einklang zu bringen, war Ziel der Entwicklung des kombinierten Prüf- und Einstellgerätes mit der Bezeichnung Prüfgerät FTGS / GLS / AZS (Kurzbezeichnung PEGA 1211).

Weitestgehend ersetzt werden hierdurch sowohl das bisherige Einstellgerät für Tonfrequenz-Gleisstromkreise als auch die bislang genutzte Diagnosegruppe für Achszählpunkte. Hiervon unterscheidet sich das neue Gerät insbesondere durch sein modernes Bedienkonzept sowie die lange

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Holm Chemnitz

Jahrgang 1967. Nach Ausbildung und Tätigkeit auf dem Gebiet der Fernmelde-Vermittlungstechnik und der Elektronik Studium der Elektrotechnik/Nachrichtentechnik an der HTWK Leipzig. Seit 1996 mit der Entwicklung von Servicetechnik im Bereich der Eisenbahnsicherungstechnik bei der Signal Concept GmbH beschäftigt.

Anschrift:
Am Bahnhof 1, 04416 Markkleeberg

Betriebsdauer bei Verwendung handelsüblicher, wiederaufladbarer Batterien.

In Vorbereitung auf die Freigabe durch die DB AG wurde das neue Prüf- und Einstellgerät umfangreichen Praxistests in den LST-Bereichen (LST = Leit- und Sicherungstechnik im Bahnbereich) unterzogen.

1 Der Einsatz

Die im Bereich der Gleisfreimeldetchnik üblichen Signale liegen häufig in Form tonfrequenter Wechselspannungen vor. Allerdings werden heute zu diesem Bereich Frequenzen bis zu etwa 100 kHz gezählt. Die eingesetzten Empfangs- und Auswerteschaltungen tragen folglich frequenzselektiven Charakter. Einerseits verfolgt man damit das Ziel, den Störabstand gegenüber Fremdsignalen zu erhöhen und gleichzeitig durch Wahl der geeigneten Frequenz eine Anpassung an die elektrischen Parameter des Systems vorzunehmen, wie dies zum Beispiel bei Gleisstromkreisen der Fall ist. Andererseits sorgt man für eine Mehrfachausnutzung der Kabel. So kann beispielsweise eine Doppelader gleichzeitig zur Übertragung von Versorgungsenergie und Informationen zwischen der Achszählleinrichtung im Stellwerk und dem Zählpunkt am Gleis genutzt werden.

In jedem der genannten Fälle erweist es sich als günstig, auch bei der verwendeten Meß-



Bild 1: Prüfgerät FTGS/GLS/AZS

technik eine entsprechende Frequenzselektivität zur Bewertung der Signale vorzusehen. Ein so konzipiertes Servicegerät kann die zu messenden Signale (ohne oder mit Modulation) auch bei vorhandenen Störsignalen auswerten oder die Störsignale frequenzgenau ausfindig machen und deren Amplitude bestimmen.

Gemeinsam für den Service sowohl an den Gleisstromkreisen der Systeme FTGS 46, FTGS 917 sowie GLS als auch am Achszählpunkt ZP 43 wurde das neue Prüf- und Einstellgerät konzipiert (Bild 1). Es kann somit als komfortabler Ersatz für die zwei bisher genutzten Einstellgeräte dienen.

Neben den zur Messung an den genannten Systemen benötigten Betriebsarten sind zusätzlich einige wichtige Multimeterfunktionen untergebracht worden und per Menü anwählbar. So ist beispielsweise die Messung von Gleichspannung ebenso wie von Netzwechselspannung oder der Frequenz möglich. Die zusätzliche Nutzung eines Multimeters (wie auch zugehöriger Ersatzakkus) erübrigt sich so in vielen Fällen. Wie es heute bei digitalen transportablen und Labormessgeräten üblich ist, erfolgt auch beim neuen Prüf- und Einstellgerät die Meßbereichswahl automatisch. Sinnvolle

Anzeigen dienen einer menügestützten Bedienungsführung. Mit Rücksicht auf den Außeneinsatz mit zum Teil größeren Ableseentfernungen wurde großer Wert auf eine kontrastreiche und temperaturstabile Flüssigkristallanzeige mit optionaler Beleuchtung gelegt. Auf die Vermeidung einer Informationsüberhäufung wurde besonders geachtet. Die Gestaltung des Bedienfeldes trägt wesentlich zu einer guten Bedienbarkeit auch bei widrigen Umgebungsbedingungen bei. Die auch mit Handschuhen noch deutlich spürbaren, in großzügigem Abstand zueinander angeordneten Silikon-tasten gewährleisten einen Spritzwasser-schutz der Bedienfläche des Gerätes.

Wesentlich einfacher als bisher gestaltet sich auch die Gerätenutzung in Verbindung mit dem ebenfalls neuen Zählpunktadapter (bisherige Bezeichnung: TAKOPA - Tastkopfadapterbaugruppe). Über einen handlichen Rundstecker und ein dünnes, flexibles Anschlußkabel wird der Kontakt zwischen dem Prüfgerät und dem Adapter hergestellt.

2 Die Funktionsweise

Das Bild 2 zeigt die Aufteilung des Gesamtkonzeptes in seine funktionalen Bestandteile. Der analoge Signalweg ist hier durch dickere Linien hervorgehoben.

Wie bei selektiven Meßverfahren üblich, beinhaltet das beim neuen Prüfgerät FTGS/GLS/AZS (FTGS = Ferngespeister Tonfrequenter Gleisstromkreis Siemens; GLS = Gleisstromkreis Siemens; AZS = Achszähler Siemens) verwendete Prinzip ebenfalls die Umsetzung der jeweils interessierenden Eingangsfrequenz auf eine feste Zwischenfrequenz (ZF). Der Alternative, die gesamte Signalverarbeitung digital mittels eines Signalprozessors vorzunehmen, standen die Argumente eines geringen Stromverbrauchs sowie die Erweiterbarkeit des Konzeptes bis zu einer Frequenz von etwa 100 kHz entgegen. Durch deren geschickte Auswahl läßt sich jedoch die eingangsseitig meist unumgängliche Spiegelrefle-

quenzunterdrückung umgehen. Eine Verringerung der Anzahl abgleichkritischer Elemente im Analogpfad ist die Folge. Erreicht wird dies durch Wahl einer möglichst niedrigen Zwischenfrequenz. Legt man diese auf einen Wert, der wesentlich kleiner als der geringste zu erwartende Kanalabstand ist, ist man mittels eines ZF-Filters mit entsprechend niedriger Grenzfrequenz in der Lage, die Selektion mit einer geringen absoluten Bandbreite vorzunehmen. Die Selektionsgüte als Quotient aus absoluter Filterbandbreite und zu selektierender Signalfrequenz kann dabei bei hohen Signalfrequenzen sehr große Werte annehmen. Allerdings ist man dazu gezwungen, bei der sehr kleinen, unterhalb der Filtergrenzfrequenz liegenden Zwischenfrequenz die Signalauswertung vorzunehmen. Ein entsprechend angepaßtes Verfahren, das dennoch dem Nutzer kein unzumutbar langes Warten auf den korrekten Wert in der Anzeige abverlangt, wurde durch Einbeziehen des steuernden Mikrocontrollers in die Meßwertverarbeitung möglich. Einerseits wird durch eine Spitzenwertdetektion pro ZF-Halbschwingung ein neuer Abtastwert gewonnen, andererseits sorgt ein adaptiver Mittelungsalgorithmus für schnelle Meßwertbereitstellung auch nach Wertsprünge des Eingangssignals.

Die niedrige Zwischenfrequenz erlaubt darüber hinaus eine weitgehend wunschgetreue Filterdimensionierung, da der ZF-Verstärker weitab seiner Transitfrequenz arbeitet (Bild 3).

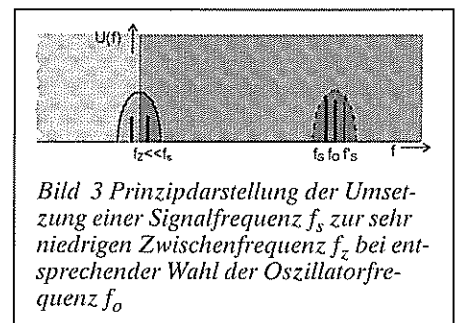


Bild 3 Prinzipdarstellung der Umsetzung einer Signalfrequenz f_s zur sehr niedrigen Zwischenfrequenz f_z bei entsprechender Wahl der Oszillatorfrequenz f_o

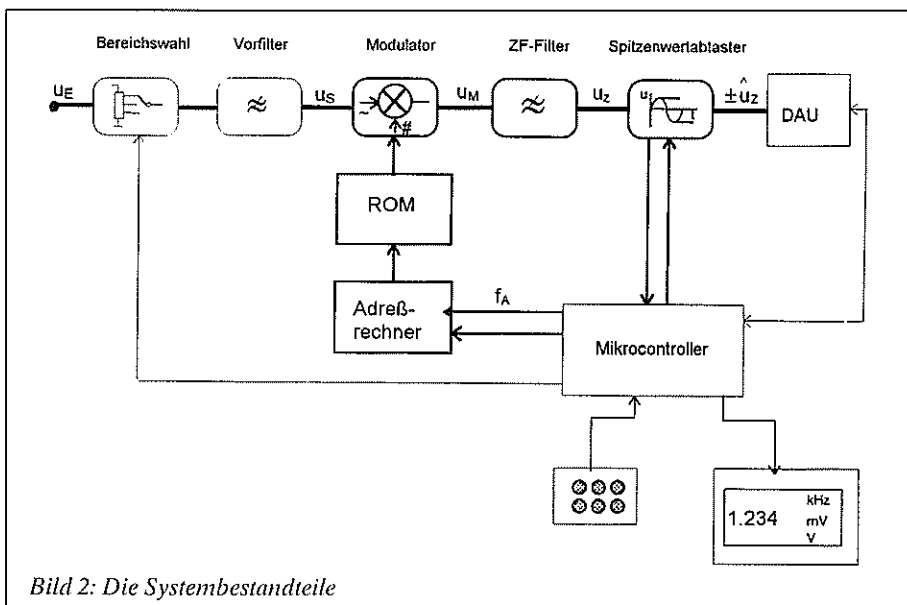


Bild 2: Die Systembestandteile

Da je nach dem Verhältnis zwischen Oszillator- und Signalfrequenz ein Umsetzen des Signals auf null Hertz nicht ausgeschlossen werden kann, sorgt der Steuerrechner dafür, daß die zu einer Selektionsfrequenz gehörende Oszillatorfrequenz in geringen Grenzen variabel bleibt. Durch das Erkennen einer zu geringen Zwischenfrequenz wird ein Nachstimmen des Oszillators veranlaßt.

Das Oszillatorsignal ist rein digital, das heißt, es wird in Form einer Abtastwertefolge, die in einem ROM gespeichert ist, bereitgestellt. Das zugehörige Prinzip ist bekannt als die sogenannte direkte digitale Synthese (DDS). Hieraus begründet sich auch die Notwendigkeit eines Vorfilters, um Störungen im ZF-Signal durch Modulation der Abtastfrequenz des Oszillatorsignals mit frequenznahen Eingangssignalen zu verhindern. Da mit einer fast 20-fachen Überabtastung (Oversampling) gearbeitet wird, besitzt die Grenzfrequenz des Vorfilters kei-

nen störenden Einfluß auf das Eingangssignalspektrum. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber einer Quantisierung des Eingangssignals liegt in der nicht auftretenden Auflösungsverminderung bei kleinen Eingangssignalamplituden.

3 Die Hardware

3.1 Die Signalverarbeitung

Die Schaltung setzt sich vorwiegend aus stromsparenden Bauelementen zusammen. Neben dem in high-density CMOS gefertigten Mikrocontroller basieren mit wenigen Ausnahmen auch die übrigen aktiven Elemente auf einer CMOS-Technologie. So kann eine Betriebsdauer von acht Stunden aus zwei 2,2-Ah-NiCd-Zellen der Baugröße C garantiert werden, obgleich in der Praxis durchaus 15 Stunden und mehr erreicht werden können. Die innerhalb des Gerätes benötigten Versorgungsspannungen werden per geschaltetem Aufwärtswandler gewonnen. Es ergibt sich dadurch zusätzlich die Möglichkeit, Primärzellen (je 1,5 V) anstatt der Akkus einzusetzen. Der vorzeitigen Erschöpfung der Batterien wirkt außerdem eine automatische Abschaltung des Gerätes entgegen. Rechtzeitig vor der Abschaltung erinnert eine spezielle Anzeige deutlich daran, die Bedienung fortzusetzen. Die eingestellten Meßparameter bleiben dann weiter aktiv. Ebenfalls macht die Anzeige auf die Unterschreitung einer minimalen Batteriespannung aufmerksam.

Um den Controller gliedern sich im wesentlichen die Funktionsgruppen Eingangsbereichswähler mit Vorfilter, Modulator, ZF-Filter sowie die Anzeige. Der Modulator nutzt zur Erzeugung der Oszillatorfrequenz einen Festwertspeicher, der die zu einer Sinusschwingung gehörenden Abtastwerte beinhaltet. Zur Bestimmung des jeweils folgenden Abtastwertes wird der Speicher von einem speziellen Adreßgenerator angesteuert. Entsprechend der notwendigen Oszillatorfrequenz ist die Adreßfolge und damit die Abtastwertefolge eine andere. Die Modulation selbst geschieht mit Hilfe eines Digital-Analog-Wandlers, dessen Eigenschaft, einen zeit- und wertekontinuierlichen Spannungswert mit einem

Digitalwert (zeit- und wertediskret) multiplizieren zu können, hier ausgenutzt wird (Bild 4).

Zwei mit unterschiedlichen Grenzfrequenzen versehene ZF-Filter dienen der Anpassung des Gerätes an unterschiedliche Signalbandbreiten und können softwaregesteuert ausgewählt werden.

3.2 Ein Controller - viele Aufgaben

Neben seiner Standardaufgabe, dem Steuern der Peripherie, erledigt der Controller die Auslösung der Analog-Digital-Wandlung, die Signalverarbeitung zur Ermittlung des Meßwertes sowie dessen Umwandlung in ein anzeigegerechtes Format. Außerdem übernimmt er die zeitgenaue Generierung der für die Flüssigkristallanzeige benötigten Wechselspannung und die Erzeugung eines mit 12 Bit aufgelösten, pulsweitenmodulierten Signals als quasikontinuierliche Gleichspannung für Analoganzeigen oder Aufzeichnungszwecke. Ein controllerinterner Analog-Digital-Wandler wird für die Überwachung einer ausreichenden Akku-Spannung genutzt.

4 Die Software

Durch die Erzeugung eines ausgesprochen komplexen Programmcodes gelang es, mit insgesamt nur 2 KByte Programmspeicherplatz auszukommen. Außer vom Code zur Erledigung aller Steuer-, Anzeige- und Überwachungsaufgaben sind auch zahlreiche 16-Bit-Kalibrierfaktoren in diesem ROM-Bereich vorhanden. Obgleich es sich dabei um einen EEPROM (Elektrisch löschbarer Lesespeicher) handelt, der die Gerätekalibrierung ohne großen Zeitaufwand zuläßt, verhindern mehrere Maßnahmen das versehentliche Beschreiben durch das Programm selbst. Ein fehlerhafter Programmablauf wird unter anderem von einem On-Chip-Watchdog aufgespürt und führt zu einem sicheren Programmabbruch. Sämtliche das Meßergebnis beeinflussende Programmteile sind Inhalt von Unterbrechungs-routinen. Lediglich die Randfunktionen (zum Beispiel die Tastenauswertung, die Feststellung von Verpolungen am Eingang sowie das automatische Abschalten) sind ausschließlich außerhalb der Unterbrechungs-

InnoTrans'98

Internationale Fachmesse
für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten
· Fahrzeuge · Systeme



Berlin
28.-30. Oktober 1998



in Verbindung mit:



3. Weltkongreß über Hochgeschwindigkeit
Konferenz · Internationale Fachmesse ·
Ausstellung Hochgeschwindigkeitszüge

Veranstalter der InnoTrans'98:
Messe Berlin GmbH · Messedamm 22 · D-14055 Berlin
Tel.: (030) 30 38-0 · Fax: (030) 30 38-20 30
Internet <http://www.messe-berlin.de>

 **Messe Berlin**

Coupon bitte per Fax senden an: 030 / 3038-2030

Bitte schicken Sie uns:

Ausstellereinladung

Fachbesucherinformation

Name:

Firma:

Straße:

PLZ/Ort:

Telefon/Fax:

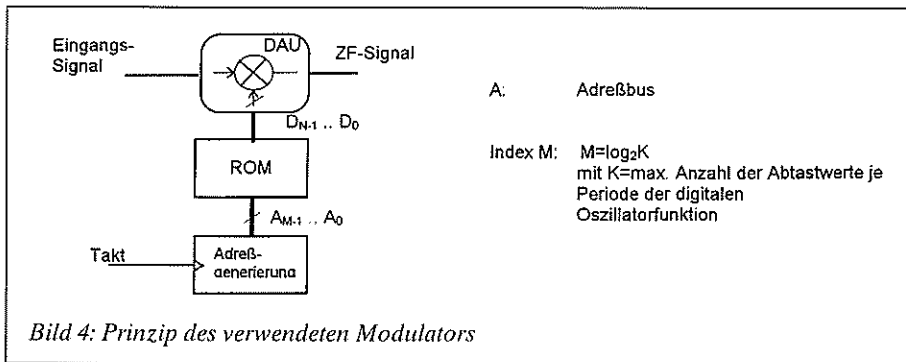


Bild 4: Prinzip des verwendeten Modulators

routinen realisiert, um jegliche Interferenz mit der Meßwertverarbeitung zu verhindern.

Für eine hohe Anzeigestabilität sorgt ein spezieller Programmteil, der die Zeitkonstante der Anzeigenaktualisierung an die Änderungsgeschwindigkeit der Eingangsamplitude anpaßt. Hierdurch wird trotz großer Spannungssprünge am Eingang ein rasches Einstellen der Anzeige ermöglicht, gleichzeitig kommt es zur wirkungsvollen Unterdrückung der vom Meßsignal überlagerten Störungen.

Um den Hardwareaufwand zu reduzieren, wurden selbst Aufgaben wie das Erzeugen der alternierenden LCD-Segmentspannungen (LCD = Flüssigkristallanzeige) und die Anzeigendekodierung im Programmcode realisiert.

5 Die Daten

In allen Meßbereichen besitzt das neue Prüf- und Einstellgerät einen Eingangswiderstand von 200 k. Es bereitet somit keine Probleme, an unterschiedlichen Signalquellen zu messen.

Das Gerät widersteht während des Betriebes einem Temperaturbereich von -20°C bis 55°C, wobei die Praxis durchaus eine noch größere Spanne zuläßt. Die kompakte Bauweise macht das Prüf- und Einstellgerät handlich und robust; mit nur 1,5 kg Gesamtgewicht dürfte es auch unterwegs zu keiner merklichen Belastung werden.

Eine automatische Umschaltung über alle Meßbereiche (bis zu vier Dekaden) ohne mechanische Kontaktelemente sorgt für bequeme Handhabung bei hoher Zuverlässigkeit. Je nach Meßaufgabe stehen frequenzselektive, breitbandige sowie Gleichspannungsmessbereiche und weiterhin spezielle Betriebsarten zur Messung der Netzwechselspannung und der Frequenz bis 100 kHz zur Verfügung. Der Meßbereichsumfang und die Genauigkeit innerhalb einer Betriebsart wurden jeweils an die vorgesehene Meßaufgabe angepaßt. So bieten beispielsweise alle selektiven Betriebsarten eine Auflösung im empfindlichsten Meßbereich von 0,1 mV. Unmittelbar dem zu messenden Kanal benachbarte Kanäle werden in diesen Betriebsarten mit mindestens 36 dB bedämpft, alle weiter entfernt liegenden Kanäle mit mindestens 46 dB.

6 Zubehör für den Einsatz

Um aus dem neuen Prüf- und Einstellgerät sowohl maximalen Nutzen ziehen zu können als auch vorzeitigem Verschleiß vorzubeugen, wurde das folgende Zubehör vorgesehen:

- eine stabile Transporttasche mit genügend Platz für das Prüf- und Einstellgerät, Zubehör und Dokumentation (Bild 5),
- ein Paar Schienenkontaktzangen zur äußerst einfachen und zuverlässigen Kontaktierung der Schiene ohne zusätzliches Werkzeug (Bild 6),
- der ZP43-Adapter zur Herstellung der Meßverbindung zwischen Prüfgerät und Zählpunkt,
- ein Analoganzeige-Adapter zur Meßwertausgabe an ein herkömmliches Zeigerinstrument sowie
- ein Ladegerät (LD3) für die schonende Wiederaufladung des Akkus.



Bild 5: Transporttasche

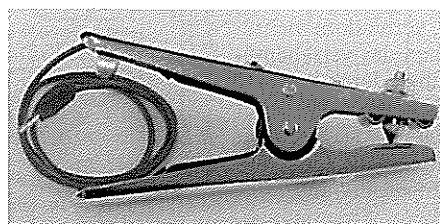


Bild 6: Schienenkontaktzange

7 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem neuen Prüfgerät FTGS / GLS / AZS (PEGA 1211) wird dem mit Inbetriebnahme und Wartung von Siemens-Gleisstromkreisen und -Achszähleinrichtungen

beauftragten Personal ein handliches Hilfsmittel zur Verfügung gestellt.

Geringe Abmessungen und ein niedriges Gewicht erleichtern die Handhabung insbesondere während des Außeneinsatzes. Sowohl die Funktionen des bisherigen Einstellgerätes für Tonfrequenz-Gleisstromkreise als auch wesentliche Funktionen der bisherigen ZP-Diagnosegruppe wurden neben einigen Multimeterfunktionen vereint. So kann in den meisten Fällen auf die Mitnahme eines zweiten Gerätes verzichtet werden.

Weitere Erleichterung verschafft der ebenfalls neue, leichtere Zählpunkt-Adapter, der auf einfache Weise die Verbindung zwischen dem Prüfgerät und dem Achszählpunkt herstellt. Im Vergleich zu den bisherigen Einstellgeräten sorgt das völlig neue Batteriekonzept für lange Betriebszeiten trotz der Verwendung von nur zwei handelsüblichen Batterien oder Akkumulatoren.

Die leichte Bedienbarkeit, auch bei Kälte oder im Dunkeln, bei gleichzeitig hoher Robustheit, sind weitere besondere Kennzeichen.

Das neu entwickelte Gerätekonzept auf Mikrocontroller-Basis sorgt für hohe Genauigkeiten und begünstigt die Anpassung des Prüfgerätes an zukünftige Anforderungen.

SUMMARY

A new service device for track circuits and axle counters

The staff carrying out the setting-up and maintaining both the Siemens track circuits and axle counters will be enabled to use a new FTGS / GLS / AZS Tester (PEGA 1211). Low size and weight make it easy to handle it especially during outdoor use. All the functions of the older FTGS / GLS-Tester as well as the most important ones of the till now used diagnostic unit for Siemens axle counters have been united in just one device. Furthermore some multimeter functions have been included too. Thus there will be no need to take a second tester in most cases.

The also new light-weighted axle counting point adapter, providing the tester to counting point connection, makes the handling even easier. A entirely new power supply solution provides more operating hours even with customary (rechargeable) batteries.

Even under complicated conditions like frost or darkness the device distinguishes of others by its easy handling combined with sturdiness.

The new designed microcontroller-based device ensures high accuracy and promotes its adaption to future requirements.