

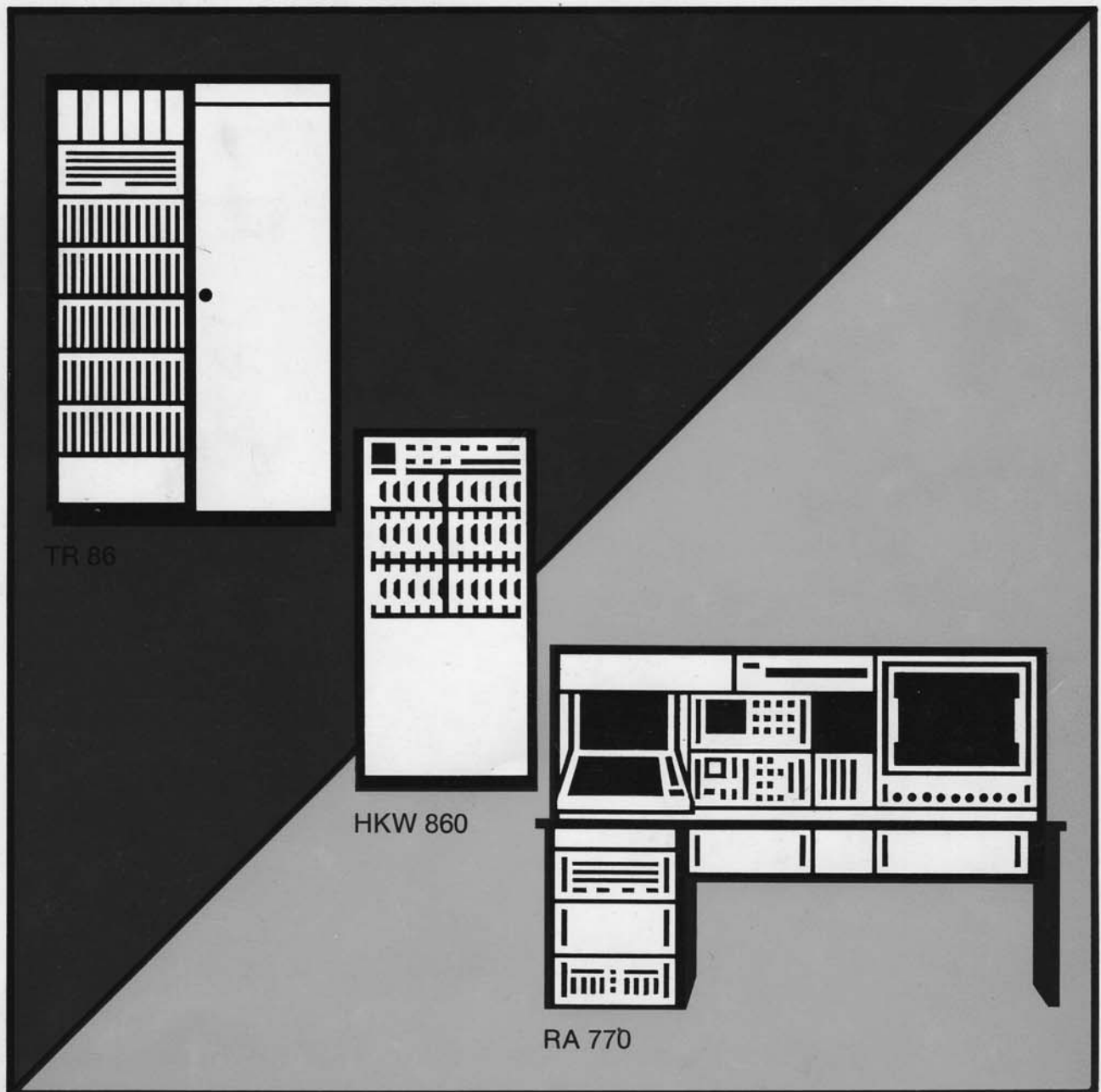
AEG



DATENVERARBEITUNG

Kurzbeschreibung

Hybrides Rechnersystem HRS 860



Einleitung

Eigenschaften der Rechnerarten	Digitalrechner	3
	Analogrechner	3
Einsatzgebiete, Anwendungen eines hybriden Rechnersystems		3
Aufbau - Struktur - Hardware - Bestückung des HRS 860	Systemkomponente Digitalrechner	4
	Eigenschaften	
	Peripherie	
	Minimalkonfiguration	
	Schnittstellen	
	Systemkomponente Hybrides Koppelwerk	7
	Magazin B	
	Schrank A	
	Systemkomponente Analogrechner	8
	Maximalausbau	
	Schnittstellen	
	Peripherie	
Arbeitsweise des HRS 860	Vorbereitungsphase	9
	Rechenphase	
	Auswertephase	
Software des HRS 860	Betriebssystem BESY 70 des TR 86	10
	Verkehrsprogramm VEPRO (BESY 70 Erweiterung)	11
	Programmiersystem	12
	Compiler-Ebene (FORTRAN HYBRID)	
	Assembler-Ebene (Codeprozeduren)	
	Programmbibliothek	12
	Hybride Standardunterprogramme HYSTUP	
	Erweiterte Einwortnumerik ERENUM	
	Unterprogramme für VEPRO-Benutzerkommandos	
	Dienstprogramme	13
	Anlagentestprogramm TST860	
	Rechenschaltungsprüfprogramm VAMPIR	
Technische Daten des HRS 860		14
Vertriebsanschriften		15

Einleitung

In einem hybriden Rechnersystem arbeiten Digital- und Analogrechner gemeinsam an der Lösung einer Aufgabe. Das Prinzip, der Aufbau, die Programmierung und die Arbeitsweise dieser Rechner unterscheiden sich wesentlich voneinander.

Eigenschaften der Rechnerarten

Digitalrechner

- Der Digitalrechner arbeitet sequentiell; d. h. alle Rechenoperationen müssen in eine Folge einzelner arithmetischer Schritte aufgegliedert werden.
- Die Speichermöglichkeit für Programme und Daten ist nahezu unbegrenzt.
- Es können logische Variablen entsprechend logischen Anweisungen beliebiger Komplexität verarbeitet werden.
- Der Rechner verkehrt mit einer Vielzahl von Standardperipheriegeräten.

Bei Prozeßrechnern:

- Mit Hilfe eines Programmunterbrechungswerkes sind schnelle Reaktionen auf externe Ereignisse möglich.
- Für externe Steueraufgaben werden binäre Signale erzeugt.

Analogrechner

- Bei der Programmierung wird mit Hilfe von elektrischen Rechenelementen ein Modell entsprechend der zu berechnenden mathematischen Beziehung aufgebaut.
- Zu den erwähnten Rechenelementen gehört der Integrierer. Dies ermöglicht die Bearbeitung komplizierter Differentialgleichungssysteme.
- Die Ermittlung von Rechenergebnissen erfolgt durch Messung. Dadurch wird das Experimentieren mit dem simulierten Objekt ermöglicht (Nachbildung).
- Die parallele Datenverarbeitung ermöglicht das gleichzeitige Verfolgen des Zeitverlaufs aller im Modell vorkommenden Größen bei sehr hoher Rechengeschwindigkeit (Echtzeit-Simulation).
- Durch einfache Änderung der Parameter während des Rechenlaufs aufgrund der beobachteten Zwischenergebnisse ist eine gute und schnelle Mensch-Maschine-Kommunikation gegeben.

Durch die Kopplung von Digital- und Analogrechner in einem hybriden Rechnersystem können die Vorteile beider Rechnertypen kombiniert werden. Die im jeweiligen Rechnerprinzip begründeten Nachteile können bei geeigneter Problemaufteilung umgangen werden.

Einsatzgebiete, Anwendungen eines hybriden Rechnersystems

Die Anwendung von hybriden Rechnersystemen setzt sich in immer mehr Bereichen von Wissenschaft und Technik durch.

Hervorragend bewährt es sich dort, wo Differentialgleichungssysteme mit hoher Rechengeschwindigkeit gelöst werden müssen (Analogrechner) und gleichzeitig umfangreiche algebraische Rechenoperationen mit hoher Präzision durchgeführt, großen Datenmengen gespeichert und komplizierte Funktionen mehrerer Variablen erzeugt werden müssen (Digitalrechner).

Zu den **Einsatzgebieten** gehören:

- Biologie, Medizin
- Pharmazie
- Chemie, Verfahrenstechnik
- Mathematik
- Meß- und Regelungstechnik
- Mechanik, Kraftfahrzeugtechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Kerntechnik
- Elektrotechnik
- Volkswirtschaft

mit den typischen **Aufgaben**:

- Optimierungen
- Integration in mehreren Dimensionen
- Lösung von Differentialgleichungssystemen
- Simulationen
- Lösung von Randwertaufgaben
- Korrelationen

AEG-TELEFUNKEN stellt mit dieser Schrift das Hybride Rechnersystem HRS 860 vor.

Die drei Systemkomponenten

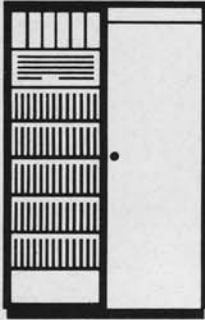
- Digitalrechner TR 86
- Hybrides Koppelwerk HKW 860
- Hybrider Präzisionsanalogrechner RA 770 (oder RA 800 H)

stammen aus eigener Entwicklung und Fertigung und konnten deshalb optimal aufeinander abgestimmt werden.



**Aufbau - Struktur -
Hardware - Bestückung
des HRS 860**

**Systemkomponente Digitalrechner
TR 86**



Folgende **wesentliche Eigenschaften** des Digitalrechners TR 86 machen ihn für den Einsatz in hybriden Rechnersystemen besonders geeignet:

- Wortlänge 24 Bits
- Verarbeitung wortweise parallel
- Hohe Rechengeschwindigkeit
- Kernspeicherkapazität bis zu 64 K Worte
- Zykluszeit von 0,9 μ s
- Speicherzugriffszeit von 0,3 μ s
- Rechnerkernkanal mit max. 255 Geräteadressen
- Autonome Standardkanalwerke
- Sonderkanalwerke mit Direktzugriff zum Kernspeicher (z. B. Hybridkanal)
- Prioritätsgesteuertes Programmunterbrechungswerk.

Peripheriegeräte

Der TR 86 ist für den standardmäßigen Anschluß einer Vielzahl von Peripheriegeräte-Arten vorgesehen. Die gebräuchlichsten im Zusammenhang mit einem Hybriden Rechnersystem HRS 860 sind:

- Lochstreifenleser (z. B. 500 Sprossen/s)
- Lochstreifenstanzer (z. B. 75 Sprossen/s)
- Trommelspeicher (Speicherkapazität $2 \cdot 10^6$ Oktaden, mittlere Zugriffszeit 17,2 ms, Transfergeschwindigkeit 291 000 Oktaden/s)
- Lochkartenleser (z. B. 600 Karten/min)
- Schnelldrucker (z. B. 160 Druckstellen/Zeile, \approx 1000 Zeilen/min)
- Sichtgerät (512 x 512 Punkte) erweiterbar mit Tastatur, Vektorgenerator, Zeichengeneratoren, Flackergenerator, Rollkugel usw.

Minimalkonfiguration für das Hybride Rechnersystem HRS 860

- Rechnerbasis mit Bedienplatz
- 32 K Worte Kernspeicher
- Programmunterbrechungswerk mit 28 Ebenen
- Vorrangwerk für die Kanalwerke
- Hybridkanal
- Lochstreifenperipherie
- Trommelspeicher mit Standardkanalwerk.

Schnittstellen des TR 86 zum Hybriden Koppelwerk

Über den Rechnerkernkanal werden folgende Aufgaben abgewickelt:

- Steuerdatentransfer mit den Registern des Analogrechners und des Koppelwerkes
- Auslösen von Zustandsänderungen
- Kontrollieren von Einstellvorgängen
- Steuerung des Hybridkanals
- Abfragen und Verarbeiten von Zuständen der Signalleitungen.

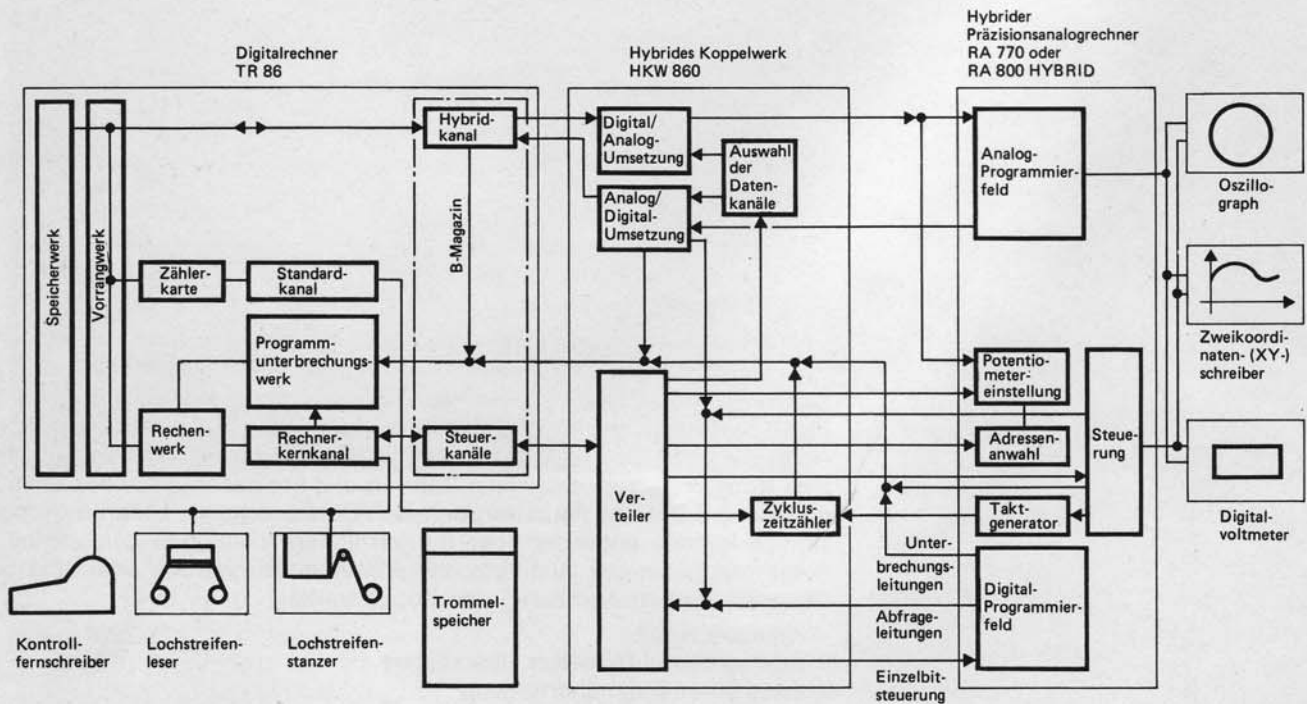
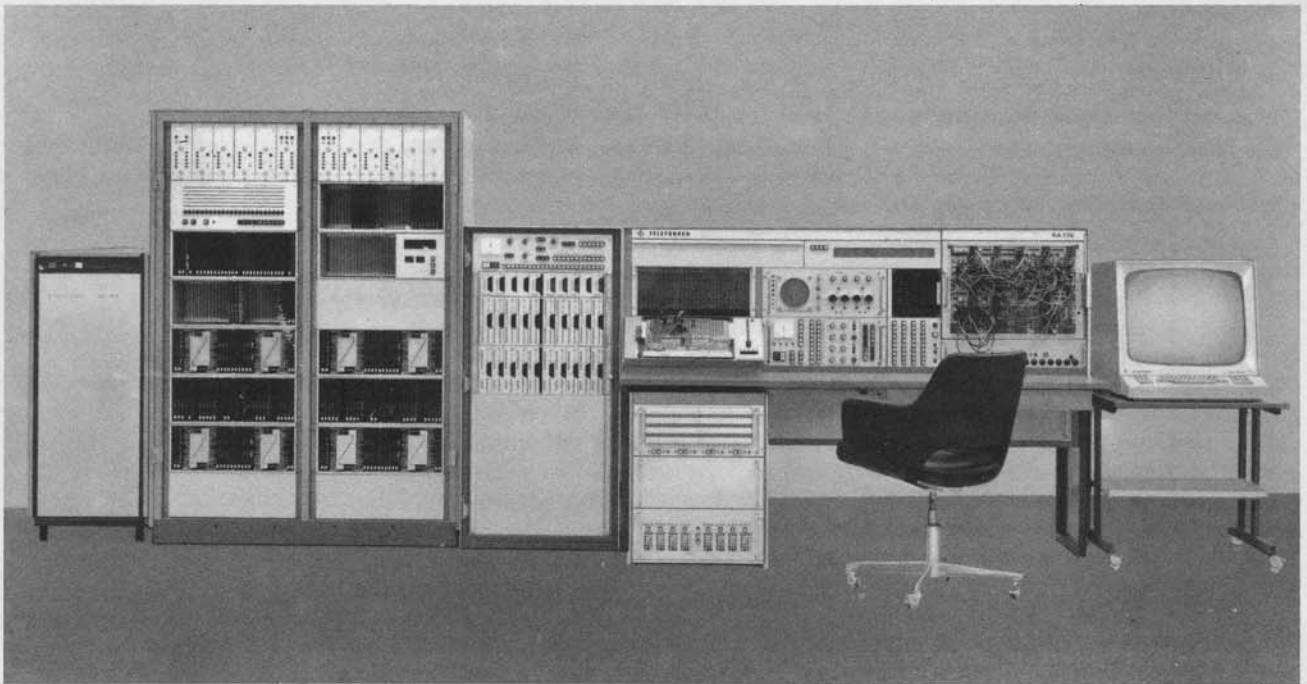
Der Austausch von Rechendaten erfolgt im HRS 860 über den Hybridkanal, der bezüglich des Speicherzugriffs die höchste Priorität hat.

Das im HRS 860 eingesetzte Programmunterbrechungswerk des TR 86 (PUW 34) erlaubt die aktive Beeinflussung des Digitalrechners durch den Analogrechner. Es verfügt über 28 Ebenen und bietet die Möglichkeiten zum Normieren, zum selektiven Sperren und Freigeben einzelner Ebenen und der prioritätsgesteuerten Mehrfach-Unterbrechung. Unterbrechungssignale können entweder über frei verfügbare Leitungen dem digitalen Steuerprogramm des Analogrechners entnommen werden oder sind bestimmten Betriebszuständen des Koppelwerkes

- Zykluszeitende
- Analog/Digital-Umsetzer übersteuert
- Ende einer Datenübertragung

bzw. des Analogrechners zugeordnet

- Analogrechner übersteuert
- Analogrechner beginnt zu rechnen
- Analogrechner hält.



Blockschaltbild des Hybriden Rechnersystems HRS 860

Systemkomponente Hybrides Koppelwerk HKW 860



Die Kopplung des TR 86 mit dem Analogrechner übernimmt das HKW 860. Seine Aufgabe ist, den Austausch von Rechendaten und Steuerinformationen zwischen den Rechnern vorzunehmen. Das HKW 860 besteht aus zwei Einheiten:

dem Schrank A
und dem Magazin B

Magazin B HMB 860

Es ist räumlich in einem Schrank des TR 86 untergebracht und erfüllt folgende Aufgaben:

- Erweitern des EA-Werks um einen Hybridkanal, der bezüglich des Speicherzugriffs die höchste Priorität hat, über ein eigenes Adressenwerk verfügt und mit direktem Speicherzugriff Daten blockweise oder einzelwortweise übertragen kann
- Zwischenspeichern von Informationen zur Entlastung des Rechnerkerns
- Steuern der Verteilung dieser Informationen
- Anpassen der internen Pegel des TR 86 an die Pegel des HKW 860 und RA 770 bzw. RA 800 H für Ein/Ausgabesignale.

Schrank A HKA 900

Er wurde in Bezug auf die Eigenschaften des Analogrechners konzipiert und steht neben dem Analogrechner, um die analogen Datenleitungen möglichst kurz zu halten.

Zu seinen Aufgaben gehören:

- Speicherung von Bitkombinationen in Steuerprogramm-Registern für die Anwahl eines der Standardrechenprogramme des Analogrechners, sowie für die Selektion der Analogrechner-Betriebsarten.
- Weitergabe der Adresse eines im Analogrechner anzuwählenden Rechenelementes in das Anwahladress-Register des Digital-Bediengerätes
- Zeitliche Koordination der Abläufe in Digital- und Analogrechner (Zykluszeit)
- Speicherung von digitalen Steuerinformationen in Parallelausgabe-Registern
- Steuerung der dynamischen Ausgabe von binärer Information an den Digitalzusatz
- Zusammenfassung bestimmter Anlagenzustände (Abfrageleitungen)
- Weitergabe von Zustandsänderungen des Koppelwerkes und des Analogrechners an den Digitalrechner über Unterbrechungsleitungen
- Erweiterung der Fehlermeldungen des TR 86 für spezielle Fehlermöglichkeiten im Hybridsystem
- Anwahl des benutzten Datenkanals für die Übertragung von Rechendaten in DA- oder AD-Richtung mit dem Leitungsadress-Register.

Außerdem enthält der Schrank A folgende Komponenten für die Datenumsetzung:

in DA-Richtung

DA-Umsetzer und Glättungseinheiten (maximale Anzahl gemäß Typ des Koppelwerkes).

- Die DA-Umsetzer können in die Lage versetzt werden, den zu wandelnden Digitalwert mit einem am Analog-Programmiersfeld aufgeschalteten Analogwert zu multiplizieren.
- Die Glättungseinheiten ermöglichen bei der Datenübertragung eine Extrapolation bzw. Interpolation grob oder fein zwischen je zwei Stützstellen. Auf diese Weise kann man bei Interpolation und Approximation 1. Ordnung für eine in DA-Richtung übertragene Funktion erreichen.

in AD-Richtung

- je nach Ausbau 16 oder 32 Datenkanäle, die über einen Multiplexer auf einen schnellen AD-Umsetzer geschaltet werden. Über einen dieser Kanäle können außerdem die Ausgangswerte aller anwählbaren analogen Rechenelemente in den Digitalrechner übertragen werden.

Es stehen fünf verschiedene Versionen des Schrankes A zur Verfügung, die sich im wesentlichen in der jeweils maximalen Anzahl der einsetzbaren Komponenten unterscheiden:

HKA 900-1

- 10 DA-Umsetzer
- 10 Glättungseinheiten
- 16 AD-Kanäle

HKA 900-2

- 20 DA-Umsetzer
- 20 Glättungseinheiten
- 32 AD-Kanäle

HKA 900-3

- 30 DA-Umsetzer
- 10 Glättungseinheiten
- 32 AD-Kanäle

Bei den Bestückungen HKA 900-4 und HKA 900-5 ist durch Einsatz von doppelt gepufferten DA-Umsetzern bzw. Glättungseinheiten und durch Einsatz von zusätzlichen Abtast- und Halteverstärkern in allen AD-Kanälen ein quasi-paralleler Datentransfer möglich.

HKA 900-4

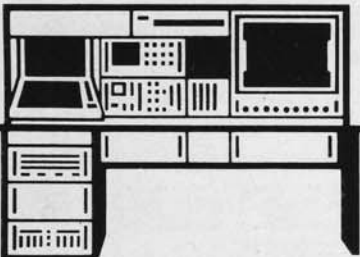
- 20 doppelt gepufferte DA-Umsetzer
- 18 doppelt gepufferte Glättungseinheiten
- 32 AD-Kanäle mit je einem Abtast- und Halteverstärker

HKA 900-5

- 28 doppelt gepufferte DA-Umsetzer
- 10 doppelt gepufferte Glättungseinheiten
- 32 AD-Kanäle mit je einem Abtast- und Halteverstärker

Teil des Schrankes A ist auch das Bedienfeld, über das die Trennung der Verbindung zwischen Koppelwerk und Digitalrechner ermöglicht wird, wenn rein digital bzw. rein analog gerechnet werden soll. Im Wartungsfall ist über das Bedienfeld die Simulation des Digitalrechners möglich. Dadurch wird eine Erleichterung bei der Fehlersuche erreicht, und der TR 86 kann während dieser Zeit für andere Aufgaben eingesetzt werden.

Systemkomponente Analogrechner



Im Hybriden Rechnersystem HRS 860 können als Analogrechner der RA 770 oder RA 800 H (jeweils mit Nebenrechnern) verwendet werden. Beide sind flexibel ausbaubare 10 V-Rechner der Genauigkeitsklasse 10^{-4} .

Der **Maximalausbau** des Grundgerätes RA 770 umfaßt folgende Rechen-elemente:

- 142 Rechenverstärker, davon 30 Integrierer
- 84 Koeffizientenpotentiometer, davon 68 Servopotentiometer
- 10 Komparatorverstärker
- 20 Komparatorschalter
- 2 Einschübe Elektronische Resolver
- 8 variable Funktionsgeber mit je 20 Strecken zwischen festen Knickpunkten
- 30 freie Eingangsnetzwerke
- 80 Funktionsplätze für nichtlineare Netzwerke, die in weitem Rahmen frei gewählt werden können:
 - Parabelmultiplizierer
 - Quadratfunktionen
 - Universal-Knickfunktionen (z. B. als Begrenzer beschaltbar)
 - verschiedene Winkelfunktionen
 - Logarithmenfunktionen
 - Rauschgeneratoren
 - variable Funktionsgeber (mit verschiebbaren Knickpunkten).

Der Elementenumfang läßt sich durch die Verwendung von Nebenrechnern versechsfachen.

Schnittstellen des RA 770 zum Hybriden Koppelwerk HKW 860

- Das Digital-Bediengerät enthält festverdrahtete Programme und Betriebsarten und dient im autonomen Betrieb zur Steuerung des Analogrechners. Im Hybridbetrieb werden diese durch entsprechende Steuerbefehle angesprochen. Zur Steuerung dienen die Zeitgeber, die im Hybridbetrieb auch als Taktgeber für den Zykluszeit-Zähler benutzt werden. Bestandteil des Digital-Bediengerätes ist auch das Anwahladress-Register, das im Hybridbetrieb ebenfalls vom Koppelwerk angesteuert wird.
- Am Analog-Programmiersfeld des RA 770 sind die Ein- und Ausgänge für den Datentransfer in AD- bzw. DA-Richtung zugänglich.
- Über das Digital-Programmiersfeld des Digitalzusatzes kann der Digitalrechner mit Hilfe von frei programmierbaren logischen Schaltkreisen die Steuerung des Analogrechners und seiner Peripherie übernehmen. Der Digitalzusatz dient dabei zur Übernahme der digitalen Steuerinformationen vom Koppelwerk und zur Zurückmeldung aller wesentlichen Analogrechner-Zustandsmeldungen an den Digitalrechner entweder über Abfrageleitungen oder die Eingangsleitungen des Programmunterbrechungswerkes.

Peripherie

Zu den einsetzbaren Standardperipheriegeräten des Analogrechners gehören:

- Digitalvoltmeter
- Zweistrahl-Speicheroszillograph
- XY-Schreiber
- Mehrkanalschreiber

und bei autonomen Betrieb:

- Digitaldrucker
- Laufzeitgerät

Arbeitsweise des HRS 860

Aufgrund der bekannten Eigenschaften der Rechner übernimmt der Digitalrechner die System-Führung.

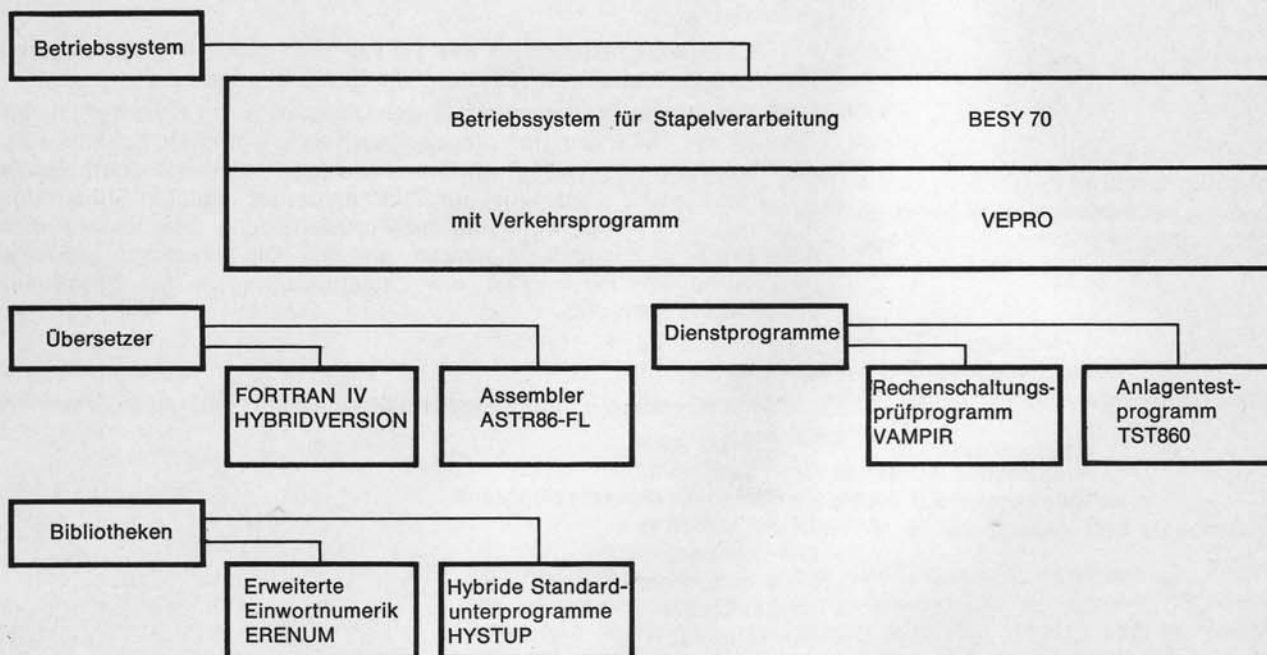
Im Ablauf eines Hybridprogramms lassen sich normalerweise drei Phasen unterscheiden:

- In der **Vorbereitungsphase** befindet sich der Analogrechner im stationären Zustand und nimmt Anweisungen und Werte vom Digitalrechner entgegen wie z. B. Einstellung von Betriebszuständen, Parametern und Anfangswerten.
- In der **Rechenphase** läuft die eigentliche Rechnung oder Simulation ab. Der Analogrechner beginnt entsprechend der programmierten Rechenschaltungen zu integrieren. Der Funktionsablauf kann dabei sowohl durch eine eingebaute Programmsteuerung als auch durch Steuersignale des Digitalrechners beeinflusst werden. Umgekehrt meldet der Analogrechner festgelegte oder vom Programmierer ausgewählte Zustände an den Digitalrechner zurück, die vom Digitalrechenprogramm abgefragt bzw. über das Programmunterbrechungswerk spontan verarbeitet werden können. Auch während der Rechenphase ist der Datenaustausch zwischen Digital- und Analogrechner möglich.
- In der **Auswertephase** befindet sich der Analogrechner wieder im stationären Zustand. Es folgt die Abfrage des Gesamtzustandes durch den Digitalrechner. Anschließend wird die neue Rechenphase vorbereitet oder der Abschluß des Hybridprogramms vorgenommen.

Bei der Entwicklung von Hard- und Software über das Hybride Rechner-system HRS 860 wurde außerdem die Möglichkeit des allgemeinen Einsatzes in einem System mit schnellen externen Prozessen anstelle des Analogrechners berücksichtigt.

Software des HRS 860

Die Software für das Hybride Rechnersystem HRS 860 von AEG-TELEFUNKEN basiert auf der Standard-Grundsoftware des TR 86 erweitert um hybridspezifische Softwareteile. Die folgende Übersicht zeigt ihren prinzipiellen Aufbau:



Betriebssystem BESY 70 des TR 86

BESY 70 ist ein plattenorientiertes (TSP 300) Betriebssystem für Stapelverarbeitung. Mit BESY 70 können neben den üblichen E/A-Geräten, wie Lochstreifen- und Lochkartengeräten, Schnelldrucker, Magnetbandgeräten und Wechselplattenspeicher, auch Sichtgeräte (SIG 100), Plotter und weitere Fernschreiber bedient werden.

BESY 70 bietet zwei Möglichkeiten der Plattendateiverwaltung an: eine einfache, speziell für Bibliotheksdateien gedacht, und eine komfortable (mit mehreren Komfortstufen) für allgemeine Datenhaltung auf der Platte. Die Systemdienste dafür können entweder dynamisch oder durch Kommandos aktiviert werden.

Weitere Systemdienste sind:

- Binden und Laden von System- und Anwendermoduln
- Starten von Programmen
- DUMP-Programm zum Ausdrucken von Kernspeicherbereichen
- Programm für Änderungen im Kernspeicher (Testhilfe)
- Zeitverwaltung und Weckdienste

Die Programmbibliothek auf der Platte enthält weitere Dienstprogramme; die wichtigsten sind:

- QUELAM – Verwaltung von Quellprogrammen auf Magnetbändern
- ASTR86 – Assembler für TAS 86-Programme
- BANDAS – Band-Assembler für TAS 86-Programme
- MAKROP – Makrogenerator
- BNDPLA – Verkehr mit Magnetbanddateien
- TESUEB – Überwachung von Objektprogrammen während ihrer Laufzeit
- GRAFSY – Graphiksystem (Plotter, Sichtgerät)
- GLEANU – Gleitpunktarithmetik für TAS 86-Programme

Unter Regie von BESY 70 laufen folgende Compiler:

- FORTRAN
- FORTRAN HYBRIDVERSION
- ALGOL
- COBOL

Verkehrsprogramm VEPRO

Zur Anpassung an die speziellen Bedürfnisse eines Hybridsystems wurde BESY 70 um das Verkehrsprogramm VEPRO erweitert. VEPRO besteht aus mehreren Systemteilen, die teils resident im Kernspeicher liegen, teils auf dem Trommelspeicher untergebracht sind und von dort bei Bedarf in den Überlagerungsbereich des Betriebssystems geladen werden. Die residenten Teile von VEPRO übernehmen folgende zusätzliche Aufgaben:

- Zentrale Rechnerkernkanal-Alarmabhandlung für die vom Hybridsystem benutzten Rechnerkernkanäle
- Automatische Normierung der für das Hybridsystem reservierten Unterbrechungsebenen 13–28 bei Programm- oder Jobende, bzw. bei Hardware-Normierung des TR 86. Dies schließt ein:
 - Anschluß von Leerroutinen (speziell auf das Programmunterbrechungswerk PUW 34 zugeschnitten)
 - Sperren aller Hybrid-Ebenen, die nicht vom BESY 70 verwaltet werden
 - Normierung des Protokollregisters des PUW 34
- Kollisionsschutz zwischen der Interruptverwaltung des Betriebssystems und offenen Unterbrechungsprogrammen eines Hybridprogramms. Geschlossene Unterbrechungsprogramme können nicht zu einer Kollision führen.
- Anforderung und Entschlüsselung von neuen Parametern bei fehlerhaft versorgten Programmen der erweiterten Einwortnumerik (ERENUM) und der hybriden Standardunterprogramme (HYSTUP) während des Objektlaufes.
- Bereitstellung von Routinen zur Erleichterung der Interruptverwaltung der Hybrid-Ebenen durch die entsprechenden hybriden Standardunterprogramme.
- Bereitstellung von Routinen zur Aktivierung der eigentlichen VEPRO-Dienste (Kommandos, mit denen z. B. von einer Konsole aus direkt alle Funktionen des Hybridsystems ausgelöst werden können; siehe nächstes Kapitel)

Der nichtresidente Teil von VEPRO enthält den Kommandoentschlüssler und die Kommandoprogramme für die oben genannten Kommandos. Für den Einsatz der ERENUM-Unterprogramme an Anlagen ohne Programmunterbrechungswerk PUW 34 steht der residente Teil von VEPRO in modifizierter Form zur Verfügung, da ERENUM grundsätzlich das Vorhandensein eines BESY 70 mit VEPRO voraussetzt.

Dienstleistungen des Verkehrsprogramms VEPRO

Die Dienstleistungen, die VEPRO bietet, bestehen in der Hauptsache aus einer Reihe von Kommandos, mit denen über Kontrollfernschreiber (oder SIG 100-Tastatur, Lochkarten- oder Lochstreifenleser) sämtliche Funktionen des Hybridsystems, soweit sie vom Digitalrechner aus steuerbar sind, ausgelöst werden können. Darüberhinaus besteht die Möglichkeit, die VEPRO-Standardkommandos um sog. Benutzerkommandos zu erweitern. Alle Kommandos, einschließlich Betriebssystem-Kommandos, werden von VEPRO auch während eines laufenden Programms ausgeführt. Damit besteht die Möglichkeit, Langzeitprogramme oder Dauersimulationen jederzeit von außen beeinflussen zu können, ohne das Programm anhalten zu müssen.

Beispiele für Beeinflussungsmöglichkeiten durch Standard-Kommandos sind:

- Aufschalten einer oder mehrerer Störspannungen über DA-Umsetzer
- Beeinflussung einer Schaltung auf dem Digitalzusatz über die Parallelausgabe-Register
- Veränderung der Zykluszeit (Abtastzeit-Intervalle)
- Auslesen von Rechenelement-Werten
- Zustandsabfrage der Abfrageleitungen
- Sperren oder Freigeben von Programmunterbrechungsebenen

Benutzerkommandos ermöglichen z. B.:

- Eingabe neuer Parameter in das Digitalprogramm
- Aktivierung zusätzlicher Programmmoduln oder Stilllegung
- Ausdrucken von Ergebnislisten
- Zuführung neuer Datensätze usw.

Wenn VEPRO als autonomes Programm gestartet wird, ist es möglich, sehr schnell die einzelnen Komponenten des Hybridsystems auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, oder verbesserte Voreinstellungen für ein anschließend zu startendes Hybridprogramm nachzuholen. Durch ein einfaches Kommando ist es möglich, ein beliebiges Unterprogramm (z. B. Testroutine) an eine der Unterbrechungsebenen 13–28 anzuschließen.

Programmiersystem

Compiler-Ebene (FORTRAN-HYBRID)

Der FORTRAN-HYBRID-Compiler bietet die Möglichkeit, Hybridprogramme ausschließlich in FORTRAN zu schreiben. Gegenüber der Normalversion des FORTRAN-Compilers ist die Hybridversion deshalb mit folgenden Erweiterungen ausgestattet, wobei besonderen Wert auf die Optimierung der Objektlaufzeit gelegt wurde:

- Zwei zusätzliche Einwort-Zahlentypen (FRACTIONAL u. FLOATSHORT)
- Konstanten vom gleichen Typ
- Operationen und Standardfunktionen für FRACTIONAL- und FLOATSHORT-Zahlen (vgl. ERENUM)
- INTEGER * 2- und Sedezimalkonstanten (zur Darstellung v. Bitmustern)
- Funktionen zur Manipulation von Bitmustern (vgl. ERENUM)
- Direkter Zugriff auf die HYSTUP-Unterprogramme durch CALL*- Aufruf oder durch Aufruf als Standardfunktion
- Direkter Ausprung aus SUBROUTINES in das übergeordnete Programm durch GOTO* i
- Mehrfachzuladung von Standardfunktionen (inklusive HYSTUP- und ERENUM-Unterprogramme), für die Programmierung von Unterbrechungsroutinen gesteuert durch die Anweisung SPECIAL i (erheblicher Zeitgewinn gegenüber reentranten Programmen)
- Weitere Objektlaufzeitbeschleunigung durch optimale Übergabe von Parametern und Ergebnissen bei Standardunterprogrammen (ERENUM, HYSTUP) sowie durch Abprüfung von Typ, Art und Anzahl der Parameter schon während des Compilierens.

Der FORTRAN-HYBRID-Compiler enthält mit Ausnahme des Zahlentyps „Doppelt-genau-komplex“ alle Sprachelemente des Normalcompilers.

Assembler-Ebene (Codeprozeduren)

Hybridprogramme können ganz oder teilweise in TAS 86 geschrieben werden und zwar als Codeprozeduren der Hybridversion des FORTRAN-Systems. Der FORTRAN-Montierer sorgt dafür, daß alle aufgerufenen ERENUM-, HYSTUP-, aber auch alle normalen Standardunterprogramme des FORTRAN-Systems an das Assemblerprogramm angeladen werden. Das Mehrfachzuladen bei Unterbrechungsprogrammen wird ebenfalls vom Montierer durchgeführt. Darüberhinaus kann auch auf die normalen TAS 86-Bibliotheksunterprogramme zugegriffen werden (SUZ-Befehle). Der für die Übersetzung von Codeprozeduren vom Compiler benutzte Assembler ASTR86-FL ist gegenüber dem Normalassembler um ein Sprachelement für FLOATSHORT Konstanten erweitert.

Programmbibliothek

Für die Erstellung von Hybridprogrammen steht eine umfangreiche Programmbibliothek zur Verfügung, die die Programmierung wesentlich erleichtert. Diese Bibliothek enthält als Erweiterung des normalen FORTRAN-Systems die drei Programmpakete HYSTUP, ERENUM und VEPRO-Benutzerkommandos.

Hybride Standardunterprogramme HYSTUP

Mit den HYSTUP-Programmen können die verschiedenen Elemente und Funktionen des Koppelwerkes sowie des Analogrechners oder eines stattdessen angeschlossenen Prozesses angesprochen, ausgelöst oder abgefragt werden.

Es gibt Unterprogramme für:

- Datentransfer über AD- und DA-Kanäle (einzelwortweise oder Blocktransfer, synchronisiert oder nicht synchronisiert, Einstellung der verschiedenen Betriebsarten der DA-Umsetzer)
- Ein -und Ausgabe von digitaler Zustands- bzw. Steuerinformation
- Anwahl und Messen der Ausgangsspannungen von Analogrechner-elementen
- Einstellen von Servopotentiometern
- Einstellen von Programm- und Betriebsarten des Analogrechners
- Steuern von Rechenabläufen im hybriden Rechnersystem

- Zeitliche Steuerung periodischer Vorgänge (Abtastvorgänge, Rechenabläufe) durch Zykluszeit-Register und -Zähler
- Anschluß von Benutzer-Unterbrechungsprogrammen an die Unterbrechungsebenen 13–28 mit extrem kurzen Reaktionszeiten auf Unterbrechungssignale
- Steuerung und Abfrage des Programmunterbrechungswerkes PUW 34
- Dynamische Fehlerbehandlung
- Graphische Ausgabe digitaler Information (Achsenkreuz, Kurven, Beschriftung) über das HKW 860 an den analog angesteuerten XY-Schreiber.

Erweiterte Einwortnumerik ERENUM

Die erweiterte Einwortnumerik entspricht den Anforderungen der Realzeitprogrammierung und ermöglicht kurze Programmlaufzeiten bei geringem Speicherbedarf und einer Genauigkeit, die den Anforderungen eines Hybridsystems und weiten Bereichen der Meßwertverarbeitung angepaßt ist.

ERENUM enthält Standardunterprogramme für die Zahlentypen FLOAT-SHORT (Gleitpunktzahl), FRACTIONAL (Festpunktzahl, echter Bruch) und INTEGER * 2. Für FLOATSHORT bestehen Standardunterprogramme im gleichen Umfang wie beim Zahlentyp REAL, jedoch ohne Exponentiation, für FRACTIONAL in einer geeigneten Auswahl.

Die Unterprogramme sind in folgenden 6 Gruppen zusammengefaßt:

- Arithmetische Operationen
- Trigonometrische Operationen
- Vergleichsoperationen
- Binäroperationen für die Bearbeitung von Bitmustern (INTEGER * 2)
- Konvertieroperationen für die Umwandlung von Zahlen in andere Zahlentypen
- Dynamische Fehlerbehandlung bei arithmetischen Fehlern

Unterprogramme für VEPRO-Benutzerkommandos

Für die Programmierung von VEPRO-Benutzerkommandos und Weiterverarbeitung der per Kommando eingegebenen Parameter stehen eine Reihe von Unterprogrammen zur Verfügung, die sich in folgende Gruppen einteilen lassen:

- Erstellung und Anmeldung einer Kommandoliste
- Abarbeitung des Kommandopuffers
- Abprüfung von eingegebenen Parametern nach Zahlentyp und Größe; Übergabe an das Arbeitsprogramm
- Ausgabe von standardisierten Fehlermeldungen
- Weitere Hilfsroutinen

Dienstprogramme

Anlagentestprogramm TST860

Das Testprogramm TST860 ermöglicht die Überwachung und Kontrolle des technischen Zustandes des Koppelwerkes und des Analogrechners. Das Programm liefert für das Programmier- bzw. Wartungspersonal eine umfassende und genaue Fehlerdiagnose der einzelnen Funktionen und Elemente des Systems.

Besonderer Wert wurde auf den Test der Genauigkeit der Datenübertragung gelegt. Anhand der ausgedruckten Fehlerstatistiken kann sich der Benutzer sehr schnell ein Bild vom Abgleich der Übertragungselemente machen. Jeder der 15 Programmmoduln von TST860 erfaßt eine bestimmte Funktion oder Funktionsgruppe des Systems. Für einfachere Tests kann VEPRO angesprochen werden.

Rechenschaltungsprüfprogramm VAMPIR

Das Dienstprogramm VAMPIR besteht aus den Programmteilen SAVE und SETUP.

- SAVE protokolliert den Analogrechnerzustand in den Betriebsarten Potentiometereinstellung, Pause und statisches Programmprüfen. Festgehalten werden die Werte von Potentiometern, Verstärkern, AD-Umsetzer und Abfrageleitungen. Diese Werte werden gleichzeitig auf Lochstreifen gestanzt, der als Eingabe für die SETUP-Funktion dient.
- SETUP verkürzt durch Einstellung der Potentiometer und Vergleich der Lochstreifenwerte mit dem aktuellen Analogrechnerzustand die Rüstzeit eines bereits erprobten Analogprogramms erheblich.

**Systemkomponente Digitalrechner TR 86
und
Systemkomponente Analogrechner RA 770**

Für diese beiden Systemkomponenten und deren Peripheriegeräte sind technische Daten aus den entsprechenden Informationsblättern zu entnehmen.

Systemkomponente Hybrides Koppelwerk HKW 860

- Digital-Analog-Umsetzung
(maximale Anzahl der Kanäle siehe Seite 8)
 - DA-Umsetzer
 - Stellenzahl (einschl. Vorzeichen) 14 Bits
 - Umsetzzeit je Wort 5 μ s typ. (max. 10 μ s)
 - Umsetzgenauigkeit $\pm 0,01\%$ $\pm 1/2$ LSB
 - Glättungseinheiten
 - Betriebsarten: Umsetzen
 - Multiplizieren
 - Interpolieren u. Extrapolieren (grob und fein)
 - Auswahl der Betriebsarten 2 Bits
 - Zusatzbits für Interpolation 8 Bits

Bei blockweisem Datentransfer beträgt die Folgefrequenz bei einem Umsetzfehler von 10^{-4} 550 000 Worte (24 Bits) pro Sekunde.

- Analog-Digital-Umsetzung
(maximale Anzahl der Kanäle siehe Seite 8)
 - AD-Umsetzer
 - Stellenzahl (einschl. Vorzeichen) 14 Bits
 - Umsetzzeit je Wort 5 μ s
 - Umsetzgenauigkeit bezogen auf ± 10 V $\pm 0,01\%$ $\pm 1/2$ LSB
 - Multiplexer
 - Statischer Fehler 10^{-4}
 - Einstellzeit auf 10^{-4} 10 μ s typ.
 - Haltefehler über 50 μ s 1 mV

Bei blockweisem Datentransfer beträgt die Folgefrequenz bei einem Umsetzfehler von 10^{-4} 100 000 Worte (24 Bits) pro Sekunde.

- 1 Zykluszeit-Zähler mit -Register (programmierbar) 7 Bits
- 16 Unterbrechungsleitungen (davon 10 am Digital-Programmiersfeld frei verfügbar)
- 24 Abfrageleitungen (davon 15 am Digital-Programmiersfeld frei verfügbar)

Schrank A HKA 900

- Stromversorgung 220 V $\pm 10\%$
50 Hz ± 2 Hz
maximal 2 kVA
- Gewicht 220 kg
- Abmessungen
 - Höhe 1348 mm
 - Breite 690 mm
 - Tiefe 630 mm

Vertriebsanschriften

BERLIN	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	1 BERLIN 10 Ernst-Reuter-Platz 7 TELEFUNKEN-Hochhaus Telefon 0311/3403-1 Telex 181 567
DÜSSELDORF	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	4 DÜSSELDORF Grafenberger Allee 136 Telefon 0211/6708-1 Telex 8 586 740
FRANKFURT	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	6230 FRANKFURT 83 Mainzer Landstraße 349 Postfach 830 009 Telefon 0611/730146 Telex 414 477
HAMBURG	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	2 HAMBURG 36 Stadthausbrücke 9 Telefon 0411/3498-1 Telex 211 609
MÜNCHEN	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	8 MÜNCHEN 19 Arnulfstraße 199 Postfach 501 Telefon 0811/1305-1 Telex 523 916
STUTTGART	Geschäftsstelle Nachrichten- und Datentechnik	7 STUTTGART 80 Industriestraße 62 Postfach 800 109 Telefon 0711/733071-75 Telex 7255 607

AEG - TELEFUNKEN
Fachbereich Informationstechnik
775 Konstanz
Bücklestraße 1-5

N41 AC 52 0473
Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet
Printed in West Germany