

Fernwirksystem und Datenverarbeitung

Autor(en): **Häckel, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **64 (1973)**

Heft 24

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915632>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Fernwirkssystem und Datenverarbeitung

Von F. Häckel

1. Nachrichtenübertragungssystem

(Prinzip und Gerätetechnik)

Die Zentrale Châtelard-Vallorcine (F) sowie die wichtigsten externen Anlagen werden von La Bâtiâz (CH) aus fernbedient und überwacht.

Im weiteren werden eine Anzahl Informationen zu den Netzleitstellen in Olten und Lyon übertragen (siehe Art. 1, Konzept der Bedienung der Werkgruppe, Bull. SEV 22 27. 10. 73 S. 1461).

Für diesen umfangreichen Informationsaustausch wurde ein Nachrichtenübertragungssystem gewählt, das im folgenden näher beschrieben wird.

1.1 TFH-Verbindungen (siehe Fig. 5 und Legende)

Die Hauptnachrichtenverbindungen werden über TFH-Strecken sowie über PTT-Mietleitungen geführt. Zur Unterstützung (back-up system) sowie aus Sicherheitsgründen werden die wichtigsten Informationskanäle (NF-Band) über automatische Umschalteneinrichtungen in den TFH-Geräten, bei Ausfall derselben in Châtelard-Vallorcine und La Bâtiâz auf ein kombiniertes Telefonsignalkabel umgeschaltet.

1.2 Zubringersysteme

Die externen hydraulischen Anlagen, wie z. B. Wasserfassungen, Staumauer, Drosselklappen, sind mit kombinierten Telefonsignalkabeln an das obenerwähnte Übertragungssystem angeschlossen.

Im weiteren wird in Zukunft eine Richtfunkzubringerstrecke von La Bâtiâz nach Montana den Anschluss an das schweizerische EW-Basisnetz (7 GHz) ermöglichen.

Betriebseigene Fernwirkssysteme der einzelnen Partner übernehmen die wichtigsten Informationen in den beiden Kraftwerken La Bâtiâz, für die Schweiz, und Châtelard-Vallorcine, für Frankreich.

1.3 Gerätetechnik TFH

Auf den TFH-Strecken werden ausschliesslich transistorsierte Einseitenbandgeräte im 4-kHz-Raster von 40 bis 480 kHz verwendet. Die Ausgangsleistung beträgt 15 W bzw. 40 W.

Das NF-Band ist in ein unteres Sprachband von 300 bis 2000 Hz und ein oberes NF-Band von 2200 bis 3400 Hz für überlagerte Kanäle aufgeteilt. Die überlagerten NF-Kanäle verwenden durchwegs die Frequenz-Shift-Technik. Die Geschwindigkeit liegt je nach Anwendungszweck bei 50, 100, 200 und 600 Baud (Bd). Diese erwähnten NF-Kanäle sind für folgende Steuerungs- und Regelungsaufgaben bestimmt:

- a) 1×1000 Bd 1. Fernauslösekanal über TFH, für den Schnelldistanzschutz der 220-kV-Leitung La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.
- 1×600 Bd 2. Fernauslösekanal über Signalkabel für den Schnelldistanzschutz der 220-kV-Leitung La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.

- 1×600 Bd für ein kombiniertes Fernwirkssystem «Hauptanlage» (Steuerung, Rückmeldung, Messung, Zählerstandsübertragung, Zeitfolgemelder usw.) von La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.
- b) 1×200 Bd für ein kombiniertes Fernwirkssystem von La Bâtiâz nach Barberine SBB.
- c) 1×100 Bd für ein kombiniertes Fernwirkssystem «Notanlage» von La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.
- d) 3×50 Bd zur Übertragung der Stellgrößen für die Maschinenregelung, Wirkleistung (MW) von La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.
- 1×50 Bd zur Übertragung der Stellgrößen für die Maschinenregelung, Blindleistung (MVar) von La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine auf Anwahlsteuerung.
- 1×50 Bd zur Übertragung der Stellgrösse für die Öffnungsbegrenzung der Francisturbine der Gruppe 1 in Châtelard-Vallorcine.
- 2×50 Bd zur Übertragung von Messwerten in Befehlsrichtung von La Bâtiâz nach Châtelard-Vallorcine.
- 5×10 Bd zur Übertragung von hydraulischen Messwerten sowie Betriebs- und Alarmmeldungen. (Diese Kanäle arbeiten als Zubringer von allen externen hydraulischen Anlagen nach Châtelard-Vallorcine.)

1.4 Telephonnetz

Die Kraftwerksgruppe Emosson ist mit drei automatischen Telephonzentralen für direkte Durchwahl an die EW-Telephonie-Netze der Schweiz und Frankreich angeschlossen. Die Sprachverbindungen werden über TFH-Strecken und Telefonsignalkabel in 4-Draht-Verkehr geführt. Ausserdem bestehen schweizerische und französische PTT-Amtsanschlüsse in beiden Zentralen, so dass eine betriebsinterne und externe Kommunikation mit grösstmöglicher Sicherheit garantiert werden kann.

Für den Verkehr mit den Netzleitstellen in Olten und Lyon sind PTT-Mietleitungen vorhanden. Diese sind an den Endstationen jeweils mit einem 4-Draht-Kabelterminal ausgerüstet. Sie sind ebenfalls mit dem EW-Telephonienetz verbunden.

Die besondere Verlegungsart der werkseigenen kombinierten Telefonsignalkabel sei hier noch kurz erwähnt. Die Kabel sind in den Zulaufstollen (Freispiegel) und Druckstollen entweder in einer Rigole (Stollenquerschnitt, rechteckig) oder direkt im Fusspunkt (Stollenquerschnitt kreisförmig) verlegt. Diejenigen Kabel entlang der schrägen Druckschächte sind in einem Stahlpanzerrohr (100 mm \varnothing) hinter der Stollenpanzerung verlegt.

Der Aufbau dieser Kabel entspricht der PTT-Vorschrift. Ebenso wurden die besonderen geologischen Verhältnisse (Wanderwellen durch Blitzeinschläge) durch den speziellen konstruktiven Aufbau der Stollenkabel berücksichtigt.

2. Fernwerkssystem

2.1 Systemaufbau

Die verschiedenen Anlagenteile, wie zum Beispiel die Maschinengruppen und die 220-kV-Leitungen, sind weitgehend lokal automatisiert (Schrittfolgesteuerung).

Ein kombiniertes Steuer- und Datenaustauschsystem (CDES) überträgt als Hauptanlage im Linienbetrieb zwischen Châtelard-Vallorcine-La Bâtiâz und Barrage Emosson-La Bâtiâz alle für die Betriebsführung wichtigen Informationen.

Parallel zu dieser Hauptanlage arbeitet eine Notanlage als Punkt-Punkt-Verbindung im Stand-by-Betrieb, die ein reduziertes Informationsprogramm überträgt.

Im weiteren besteht eine Informationsübertragung, im Punkt-Punkt-Betrieb, von den Zentralen Barberine SBB nach La Bâtiâz.

Von den externen hydraulischen Anlagen werden über separate Zubringerkanäle (TM-H; RC + AL), im Zeitmultiplexverfahren, hydraulische Messwerte sowie Betriebs- und Alarmmeldungen nach Châtelard-Vallorcine übertragen und dort in das Fernwerkssystem nach La Bâtiâz übernommen.

2.2 Datenverarbeitung

Eine Datenverarbeitungsanlage (DP) in La Bâtiâz protokolliert und berechnet alle wichtigen Betriebsdaten (siehe Abschnitt DVA Nr. 3). Zur chronologischen Erfassung von Betriebs- und Störmeldungen arbeiten zwei unabhängige Melde-logger (DL) in den Zentralen Châtelard-Vallorcine und La Bâtiâz in Verbindung mit je einem Rechner (DP).

Die Protokolle werden in La Bâtiâz im Klartext ausgedruckt.

Ein lokaler Messwertlogger (DL) in La Bâtiâz arbeitet als Zubringer von analogen Messwerten mit der bereits erwähnten DVA.

2.3 Fernregelung

Für die Fernregelung der Maschinengruppen (Wirkleistung) in Châtelard-Vallorcine sind drei separate Regulierkanäle vorhanden. Zwischen jedem Empfängeranschluss und dem Turbinenregler befindet sich ein Analogspeicher. Bei Ausfall einer

der drei Kanäle bleibt der letzte Wert der Stellgröße erhalten. Ein 4. Kanal wird mittels einer Anwahl-Anschaltung zur Regelung der Blindleistung der jeweiligen Maschinengruppe verwendet. Er kann auch noch bei Ausfall von einem der drei Wirkleistungskanäle zur manuellen Fernregelung (Verstellung des Motorpotentiometers im Analogspeicher) «höher/tiefer» eingesetzt werden. Mit einem 5. Kanal wird der Öffnungsbegrenzer der Francisturbine der Gruppe 1 in Châtelard-Vallorcine eingestellt.

Zur Vervollständigung der Regelungsaufgaben ist auf dem Kommandopult ein sogenannter Regulierteiler (Messwertverteiler) vorhanden. Dieser Regulierteiler arbeitet nach dem Kreuzschienenprinzip und erlaubt die Bildung von Summen und Differenzen von analogen Messwerten (Wirkleistung der Leitungen), die über Messumformer zugeführt werden. Die Ausgangsgrößen dienen zur lokalen Anzeige sowie zur weiteren Verarbeitung bei den einzelnen Partnern.

Für die Summenbildung der Produktion bzw. für den Bezug der beiden Zentralen ist in der Fernwerk-Hauptanlage eine Summerschaltung (Aufbau mit Operationsverstärkern), umschaltbar auf die Notanlage, eingebaut.

2.4 Zählerstandserfassung

Die Zählerstandserfassung erfolgt über eine Interfaceschaltung direkt in den lokalen Rechnern von Châtelard-Vallorcine und La Bâtiâz. Die inkrementierten Zählerimpulse werden zur weiteren Verarbeitung in BCD codiert und zwischengespeichert.

Die Übertragung von Châtelard-Vallorcine erfolgt im BCD-Code über das bereits erwähnte Fernwerkssystem nach La Bâtiâz.

Der Rechner in La Bâtiâz übernimmt die programmierte Weiterverarbeitung und Protokollierung.

2.5 Fernauslösung für den Leitungsschutz

Zum Schutz der Leitungen im 220-kV-Netz der Schweiz werden Schnelldistanzrelais mit Einperiodenzusatz und Kurzunterbrechung verwendet. Zur schnellen Abtrennung des defekten Leitungsabschnittes werden, angeregt durch die Di-

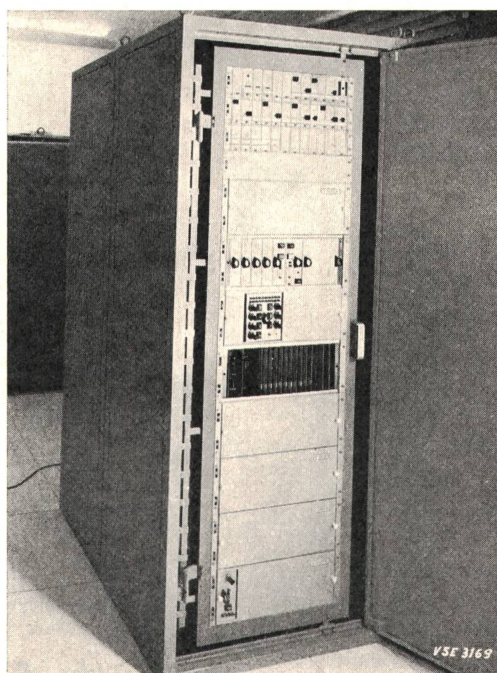
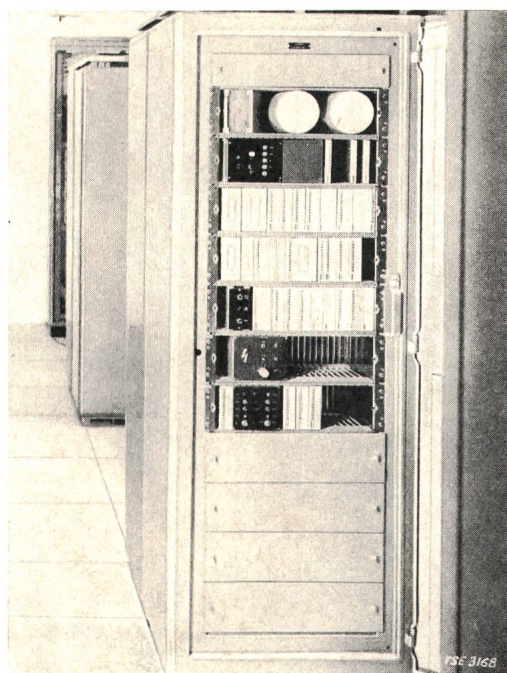


Fig. 1a
Ansicht eines TFH-Gerätes

Fig. 1b
Ansicht eines Fernwerkgerätes

stanzrelais, Fernauslösebefehle innerhalb von 20 ms an die Gegenstation übertragen.

Für diese Befehlsübertragung sind spezielle NF-Kanäle über TFH-Geräte und Signalkabel vorgesehen.

Diese Kanäle arbeiten im Tonfrequenzbereich (Sprache), gesichert

- a) mit Blockierung des Befehlsempfängers durch ein Pilotsignal,
- b) durch codiertes Befehlssignal.

Der Sprachkanal im TFH-Gerät wird während der Übertragung abgeschaltet, so dass das Auslösesignal mit erhöhter Leistung (Hochtastung) gesendet werden kann.

2.6 Struktur und Sicherheit der Übertragung der Informationen

Die hydraulischen Messwerte werden mit wenigen Ausnahmen am Messort in Digitalform, in BCD-Code, umgewandelt und zur weiteren Verarbeitung nach Châtelard-Vallorcine und La Bâtiáz übertragen.

Die analogen elektrischen Messwerte werden dualcodiert, mit 2 Parity-Bit gesichert (Hammingdistanz 2).

Die spontanen Meldungen und Alarmer werden mit Adresse versehen gruppenweise übertragen (Hammingdistanz 4). Die gesamte Information wird wiederholt.

Ein Befehls- oder Meldungsaufwurf erfolgt im Start/Stop-Verfahren mit 4 Informationsbit und 4 Kontrollbit (Hammingdistanz 4).

Zählwerte oder sonstige Daten werden dezimal organisiert und mit einer Adresse übertragen. Die Übertragung erfolgt im BCD-Code. Neben der Parity-Kontrolle erfolgt noch eine Wiederholung der Information (Hammingdistanz 4).

2.7 Übertragungsprogramm

Das Hauptfernwerkssystem (600 Bd) hat im ungestörten Fall (normales Übertragungsprogramm) eine Zykluszeit von ca. 600 ms. Die Zykluszeit kann durch anstehende Spontanmeldungen und Zählwerte, in der Unterstation, auf max. 2,5 s ansteigen.

Die beiden Meldeloggner (Zeitfolgemelder) in La Bâtiáz und Châtelard-Vallorcine haben ein Auflösungsvermögen von mindestens 10 ms. Die Abtastfrequenz an der Relaisperipherie beträgt 1 MHz. Die Pufferkapazität für gleichzeitig eintreffende Meldungen beträgt 15%.

Die zeitliche Folge bei den hydraulischen Messwerten beträgt je nach Art der Erfassung und Codewandlung im Minimum 15 s bei den Durchflussmengen und erreicht im Maximum 2 min bei den Niveaus.

In der Tabelle I ist das gesamte Übertragungsprogramm zusammengefasst.

3. Datenverarbeitungsanlage (DVA)

3.1 Hardware-Konfiguration

Die DVA arbeitet im Online-open-loop-Betrieb. Der Betrieb der Kraftwerksgruppe Emosson kann bei Ausfall der DVA unter erschwerten Bedingungen weitergeführt werden. Es fehlen die Protokolle im Klartext und die Berechnungen sowie die digitalen Anzeigen in La Bâtiáz.

Die Bearbeitung von Optimierungs- und Regelungsaufgaben sind mit dieser DVA nicht vorgesehen.

Rechner Châtelard-Vallorcine

- 1 Kleinrechner (Minimalausbau) mit einer Speicherkapazität von 4 K Wörter à 12 bit
- 1 Konsolschreibmaschine für Ein- und Ausgabe, mit Leser und Stanzer

Rechner La Bâtiáz (siehe Fig. 2)

- 1 Kleinrechner (Maximalausbau) mit einer Speicherkapazität von 28 K Wörter à 12 bit (Kernspeicher)
- mit einer Speicherkapazität von 32 K Wörter à 12 bit (Plattenspeicher)

- 1 Schneller Leser und Stanzer, 300/100 Char./s
- 1 Konsolschreibmaschine } mit Leser und Stanzer,
- 3 Protokollschreibmaschinen } 10 Char./s

Tabelle I

Information	Hauptanlage CV-BA	Hauptanlage BE-BA	Notanlage CV-BA	La Bâtiáz Barberine	La Bâtiáz lokal	Partnerinformation
<i>Befehle</i> (Einzel + Doppel)	54 + 25	4	50 + 20	-	95	
<i>Rückmeldungen spontan</i> (3 + 4 Kriterien)	164	8	164	-	75	12 + 4
<i>Alarmer, spontan</i> (2 Kriterien)	32 + 8	48	32	-	35	
<i>Messwerte</i>						
Analog	22 + 8 (2)	42	19 + 5		50	22 + 8
Digital	16 (4)	2	2	1 (7)	2	3
<i>Zählerstände</i>	15	-	-	-	18	12 + 8
<i>Meldungen (ZFM)</i> (2 Kriterien)	804	-	-	-	768	
Beispiel : 32 : Information in Melderichtung Beispiel : (2) : Information in Befehlsrichtung CV : Châtelard-Vallorcine BA : La Bâtiáz BE : Barrage Emosson ZFM : Zeitfolgemelder						



Fig. 2
Ansicht der Datenverarbeitungsanlage, mit Konsolschreibmaschine
in La Bâtiaz

- 4 Ausgabeschaltungen, über D/A-Wandler
- 1 Interfaceschaltung für die Ausgabe von max. 30 digitalen Messwerten
- 1 Interfaceschaltung für die Ausgabe von diversen Partnerinformationen

3.2 Aufgabenstellung Rechner Châtelard-Vallorcine

Der Rechner ist mit seinem Kernspeicher Teil eines Zeitfolgemelders und verarbeitet 804 Stör- und Betriebsmeldungen, codiert, in chronologischer Folge.

Ausserdem verarbeitet er die Inkrementimpulse von 15 Zählern. (Umwandlung in BCD-Code, Abspeicherung bis zum programmierten Aufruf, in einem Pufferspeicher.)

Rechner La Bâtiaz

Dieser Rechner überwacht alle wichtigen Funktionen der gesamten Kraftwerksgruppe Emosson.

Die lokale Erfassung und Verarbeitung in La Bâtiaz besteht in: Messwertlogging (analog und digital) als Zeitfolgemelder für die chronologische Erfassung von 768 Stör- und Betriebsmeldungen sowie Ausgabe von Partnerinformationen über eine besondere Interfaceschaltung.

Alle übrigen Informationen werden über das bereits erwähnte Fernwirkssystem übertragen und direkt vom Schieberegister dem Rechnerinterface übergeben. Die wesentlichen Aufgaben sind im folgenden kurz zusammengefasst.

- a) Steuerung von vier Schreibmaschinen
- b) Grenzwertüberwachung (von Durchflussmengen und Niveaux)
- c) Berechnung von Momentanwerten von Durchflussmengen
Volumen (Stausee Emosson, Ausgleichsbecken Les Esserts und Châtelard)
Bruttoenergie (Stausee Emosson)
- d) Verarbeitung der wichtigsten elektrischen Messwerte und Zählerstände inkl. Saldierung (siehe Fig. 6).
- e) Überwachung der Staumauer Emosson, d. h. Nachrechnung der Staumauerdurchbiegung, Berechnung der abfliessenden Wasser-

menge bei Hochwasserentlastung (Überlauf und Mittelablass geöffnet).

f) Protokollierung von:

Journal der Stör- und Betriebsmeldungen, zeitfolgerichtig oder auf Abfrage, im abgekürzten Klartext (siehe Fig. 6).

Journal, stündlich und täglich, der Momentanwerte, wie Leistung, Ströme, Spannungen, Durchflussmengen, Niveaus.

Journal, stündlich und täglich, der integrierten Messwerte, wie Zählerstände, Durchflussmengen, Volumen, Bruttoenergie (siehe Fig. 6).

NB. Die Probleme der Optimierung und Netzführung sowie die weitere Auswertung sind auf einer grösseren Datenverarbeitungsanlage vorgesehen, welche in der Netzleitstelle Olten projektiert ist.

3.3 Softwarekonfiguration

Als Programmiersprachen wurden «Assembler» und «Focal» verwendet. An fertigen Programmhilfen konnte nur teilweise das «Floating Point Package» eingesetzt werden. Die Programme für das Betriebssystem sowie alle anderen mussten erarbeitet werden.

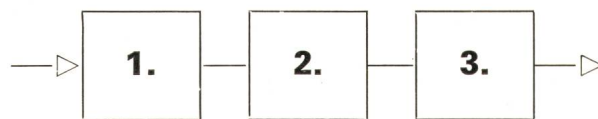
3.4 Konzeptphilosophie

Alle Programme sind im Kernspeicher abgelegt, es werden keine Disk-Swap oder Overlay-Routinen verwendet.

Das Programm ist so konzipiert, dass bei einem Ausfall der Disk die wichtigsten Computerfunktionen noch erhalten bleiben.

Die Disk dient als Massenspeicher für alle Protokoll- und Meldungstexte. Im weiteren sind verschiedene Organisations- tabellen für Protokollformate und Meldungstexte auf der Disk gespeichert.

Das Programm des Rechners ist in drei Blöcke aufzuteilen:



Eingabe vom Fernwirkssystem
Manuelle Eingaben

Ausgabe auf
Protokolliermaschinen

1. Eingaberoutinen (Interrupt)
2. Verarbeitungs- und Speicherroutinen (Background)
3. Ausgaberoutinen (Interrupt)

3.5 Interruptprogramme

Alle Interruptprogramme befinden sich auf der gleichen Prioritätsebene. Sie werden bei Abruf direkt angesprungen. Während der Laufzeit eines Interruptprogrammes ist die Interruptschaltung des Computers gesperrt. Treffen zwei oder mehrere verschiedene Interruptkriterien gleichzeitig ein, so wird die Reihenfolge ihrer Abarbeitung programmässig folgendermassen bestimmt:

1. Interrupts der automatischen Spannungsüberwachung des Computers und der Übertragungsgeräte.
2. Interrupts zur Übernahme spontan übertragener Meldungen.
3. Interrupts zur Übernahme von Zählwertimpulsen.
4. Interrupts zur Übernahme von zyklischen Informationen.
5. Interrupts aller restlichen Peripheriegeräte (Schreibmaschinen, Disk, digitale Anzeigen usw.).

Alle Interruptprogramme sind so konzipiert, dass in keinem Falle Leerlauf- oder Wartezeit entstehen kann und dass ihre Laufzeiten möglichst kurz sind.

3.6 Backgroundprogramme

Alle Programme, deren Durchlauf in keiner Weise in einer zeitlichen Abhängigkeit mit einem Peripheriegerät stehen, werden Backgroundprogramme genannt und sind an die Back-

ground-Warteschleife angekoppelt. Die Laufzeit eines dieser Backgroundprogramme kann durch ein Interruptprogramm unterbrochen werden. Nach Beendigung des Interrupts wird das unterbrochene Programm weitergeführt.

Alle Backgroundprogramme arbeiten auf derselben Prioritätsebene. Ist ein Backgroundprogramm aus irgendeinem Grunde an seinem Weiterlaufen gehindert (z. B. durch einen Disk-Transfer oder Ausgabe auf Schreibmaschine), so springt es in die Hintergrundschleife zurück und ermöglicht in der Wartezeit die Ausführung anderer anfallender Backgroundprogramme.

3.7 Informations- und Datenfluss

Alle durch das Übertragungssystem im Computer eintreffenden Daten werden durch die Interrupt-Bedienungsroutinen in der Eingabepuffertabelle deponiert. Sie weisen noch das «Übertragungsformat» auf. Sie werden durch die Hintergrundverarbeitungs-Programme in eine Standardform gebracht und in einer Datenbank deponiert. Meldungen werden dem ZFM-Pufferspeicher (Zeitfolgemelder) zugeführt.

An durch die interne Uhr bestimmten Zeitpunkten werden Protokoll-Vorbereitungs-Rechnungen ausgeführt und die so gewonnenen «Nettodaten» im Protokollformat in den Ausgabepuffertabellen deponiert.

Durch die Ausgabe-Interrupt-Routinen werden die Werte auf Digitalanzeigen ausgegeben oder in Protokollen gedruckt.

Bei Überfüllung vom Eingangspuffer werden die Rechenroutinen von der Warteschleife abgeschaltet, so dass die direkten Verarbeitungsroutinen öfters ausgeführt werden können.

3.8 Liste der Interruptroutinen

Reihenfolge der zeitlichen Abarbeitung

Name	Funktion	Ausgelöst durch
POWER FAIL	Sicherung der Arbeitsregister des Computers	Spannungsausfall
DISKFAIL } DISKROU }	Kenntnisnahme des Disk-Defektes oder Transfers	Disk-Transfer
LOGPOF		
LOGPON	Einschreibbezyklus	Spannungsausfall Meldelogger
MELDE-LOGGER }	Erfassung von Meldungen	Spontane Meldung
COMPTEURS		
FERNWIRK-SYSTEM }	Übernahme von Fernwirkinformationen	Fernwirksystem
TAUX		
ANALOG	Erfassung von lokalen Messwerten	Messwertlogger
SKIP CH 2-4	Erfassung von lokalen Eingaben (Zeit, Befehle usw.)	Interface
AFDIGI	Ausgabe auf Digitalanzeige	Interface
ORDRE VW	Ausgabe von Befehlen oder Vorgabewerten	Interface
DIGLOC	Erfassen von lokalen Digitalmesswerten	Durchfluss und Niveaumesseinrichtung
CONVDA	Ausgabe auf D/A-Wandler	D/A-Wandler
PARTNER	Ausgabe div. Werte für Partnerinformationen	Interface
TTY 1-4	Ausgabe und Eingabe auf Schreibmaschinen	TTY 1-4
RES	Reserve für Erweiterungen	

3.9 Liste der Backgroundroutinen

Name	Funktion	Ausgelöst durch
WAHU	Loop-Überwachung (Watchdog)	Background Loop.

TRI	Verarbeitung der Daten im Eingangspuffer	Eingangspuffer (Werte)
TABUCH	Formieren der Meldungen des ZFM	Eingangspuffer (Meldungen)
PROTEX	Zusammentragen der Werte und Bilden der Formate für Protokolle	Interne Uhr
TRAD	Berechnung der Zeitdifferenzen der Zählwerte	Interne Uhr
HEURE	Kontrollausdruck auf Schreibmaschinen	Konsole
MANUEL	Manuelle Befehlsausgabe für das Fernwirkssystem	Konsole
ZFMTEMPS	Vorgabe der Zeit an ZFM	Konsole
SVR VOL	Berechnung der Stauseehinhalte	Interne Uhr
DEBITS	Berechnung diverser Durchflüsse	Interne Uhr
SVRTEMP	Berechnung der Deformierung der Staumauer	Interne Uhr
TRANT	Transfer von Text zwischen Disk und Teletype	Programm
CONSOL	Funktionen der Konsol-Schreibmaschine	Konsole
LECTOR	Interpretation des ASCII-Bandes von Châteldard-Vallorcine	Konsole
PERFOR	Ausgabe eines BIN-Bandes mit den Daten der Disk	Konsole
DEMGEN	Ausgabe der partiellen Generalabfrage auf Konsole	Konsole
FLPT	Floating-Point Interpretierprogramm	Programm
DIVERS	Diverse im Programm gebrauchte Hilfsroutinen (z. B. BIN-BCD, BCD-BIN, Zeitelementstart usw.)	

Die unter Punkt 3.8 und 3.9 genannten Routinen sind zum Teil Zusammenfassungen einer Gruppe von Subroutinen, die die bezeichnete Funktion ausüben, sie sind unter dem bezeichneten Namen nicht im Programm zu finden.

3.10 Berechnete hydraulische Werte Durchflussmengen der Druckleitungen

Das Ultraschallmeßsystem für die Durchflussmengen in den Druckleitungen liefert sechs Messwerte, die während einer Zeit von 14,9 s verfügbar sind. Sie erscheinen in kodierter Form (vier Dekaden im BCD-Code 8421).

Die DVA-Anlage multipliziert den erhaltenen Wert mit dem entsprechenden Integrationsschritt (60 s in Châteldard-Vallorcine, 15 s in Barberine und La Bâtiatz) und summiert somit die Durchflussmengen für jede Druckleitung.

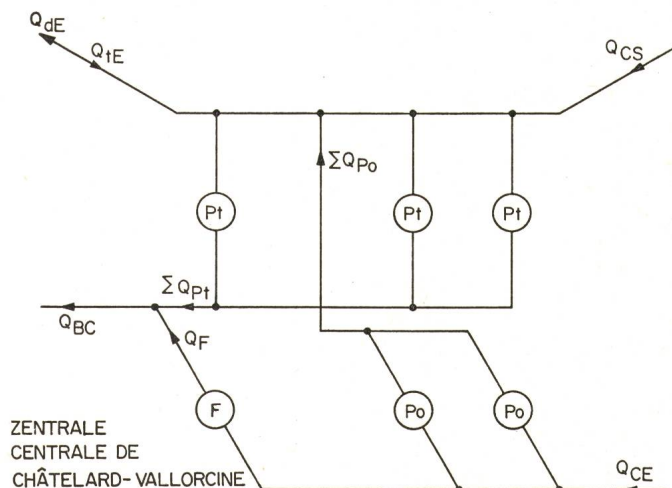


Fig. 3

Berechnungen (siehe Fig. 3)

Die DVA-Anlage führt ausserdem die folgenden Berechnungen durch:

$$Q_{BC} = Q_{CE} + Q_{CS} + Q_{tE}$$

$$Q_{Po} = Q_{CE} - Q_F$$

$$Q_{Pt} = Q_{tE} + Q_{CS} + Q_{CE} - Q_F$$

Siehe die untenstehende Erklärung der Symbole:

Q_{Po}	Gesamtdurchfluss der zwei Pumpen (berechnet)
Q_{Pt}	Gesamtdurchfluss der drei Peltonturbinen (berechnet)
Q_{BC}	Zuflussmenge vom Ausgleichsbecken Le Châtelard (berechnet)
1. Q_{CE}	Durchfluss, Sammelleitung Ost (Les Esserts)
2. Q_{CS}	Durchfluss, Sammelleitung Süd (Belle Place)
3. $\left[\begin{array}{l} + Q_{tE} \\ - Q_{dE} \end{array} \right]$	Durchfluss turbiniert, Druckschacht von Corbes (Emosson) Durchfluss gepumpt, Druckschacht von Corbes (Emosson)
4. Q_F	Durchfluss in der Francis-Turbine
5. $\left[\begin{array}{l} + Q_{tE} \\ - Q_{dE} \end{array} \right]$	Durchfluss turbiniert, Druckschacht von Corbes (Zentrale Barberine der SBB, $Q_{BB} +$) Durchfluss gepumpt, Druckschacht von Corbes (Zentrale Barberine der SBB, $Q_{BB} -$)
6. Q_{tB}	Durchfluss, Druckschacht von Ravoire (La Bâtiatz)
NB.	Die Werte 1. bis 6. liefert das Ultraschall-Meßsystem.

Durchfluss turbiniert, ($Q_{BB} \pm$) der Zentrale Barberine der SBB

Die DVA-Anlage berechnet die turbinierete Wassermenge der Zentrale Barberine der SBB (zu einem späteren Zeitpunkt auch die gepumpte Wassermenge).

Die Wassermengen werden in Metertonnen als Bruttoenergie ausgedrückt. Sie wird in der DVA-Anlage aus der turbiniereten bzw. gepumpten Wassermenge, multipliziert mit der effektiven Höhendifferenz, zwischen dem Stausee Emosson und der Zentrale Barberine (Düsenachse), berechnet.

3.11 Überwachung von Grenzwerten

Ein richtiges Funktionieren des ganzen Kraftwerkkomplexes macht die Überwachung von einigen Werten innerhalb gewisser Grenzen nötig. Eventuelle Überschreitungen werden angezeigt und signalisiert.

Die Anzahl der zu überwachenden Werte beträgt im hydraulischen Teil höchstens zehn Werte (Durchflussmengen, Niveaus usw.). Für den Moment sind dies nur die folgenden:

- für die Durchflussmengen in Les Esserts (Q_{CE})
- > 22,8 m³/s → Alarmauslösung
- > 24,0 m³/s → Befehl «Schnellabschaltung der Gruppe I Châtelard-Vallorcine»

- für das Niveau von Belle-Place

2005,00 m ü. M. } Messbereich
2033,00 m ü. M. }

für < 2015,00 m ü. M. → Alarmauslösung

3.12 Bestimmung der Staumauerdeformationen

Es handelt sich dabei um einen Vergleich der gemessenen Werte mit den theoretischen, von der DVA-Anlage durch Subtraktion berechneten Werten.

Die DVA-Anlage berechnet alle 24 h, oder auf Abruf von der Konsolmaschine aus, den Zustand der Staumauer und druckt die Ergebnisse in einem Protokoll aus.

3.12.1 Gemessene Deformationen

Die Deformationen der Staumauer werden an drei Punkten gemessen:

- durch das Pendel III im Hauptquerschnitt
 - durch das Pendel I in der linken Flanke
 - durch das Pendel IV in der rechten Flanke
- } der Staumauer

Die Deformationen werden durch den Pendelausschlag im Verhältnis zur Normalstellung bestimmt.

Die gemessenen Werte werden in der DVA-Anlage gespeichert und alle 24 h auf dem Journal ausgedruckt. Die am Pendel III gemessenen Werte dienen dazu, die berechneten theoretischen Werte zu kontrollieren, indem zwischen den beiden Typen von Werten eine Subtraktion vorgenommen wird. Die Messwerte der drei erwähnten Pendel werden über ein D/A-Interface der DVA auf zwei Registrierinstrumente geführt.

3.12.2 Theoretische Deformationswerte, von der DVA-Anlage berechnet

Diese Werte werden ausschliesslich für das Pendel III im Hauptquerschnitt berechnet. Sie berücksichtigen die horizontale Komponente der Radialverschiebung des Staumauerbogens unter dem statischen Druck des Wassers und der Deformation infolge des Temperatureinflusses, der an 34 verschiedenen Orten gemessen wird. Diese Temperaturmesspunkte befinden sich auf den folgenden Höhenkoten:

- Kote 1929 (Krone)	5 Punkte; Adresse Nr. 29 bis 33
- Kote 1911	5 Punkte; Adresse Nr. 24 bis 28
- Kote 1881	6 Punkte; Adresse Nr. 18 bis 23
- Kote 1857	6 Punkte; Adresse Nr. 12 bis 17
- Kote 1833	6 Punkte; Adresse Nr. 06 bis 11
- Kote 1788	6 Punkte; Adresse Nr. 00 bis 05
Total	34 Punkte

Die theoretische Durchbiegung durch den Einfluss der Temperatur wird bestimmt, indem die Differenzen zwischen den momentanen Temperaturen und den Temperaturen vom Vortage, mit konstanten Koeffizienten multipliziert werden, die mit Hilfe einer Matrix unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses berechnet wurden. Dieses Matrix enthält fünf Reihen und 34 Kolonnen mit den Koeffizienten, d.h. fünf Reihen für die Krone und vier andere Koten und die 34 Kolonnen für die 34 Temperaturmesspunkte.

Die auf den statischen Wasserdruck zurückzuführende Deformation wird mit Hilfe einer Tabelle bestimmt, die in der DVA-Anlage gespeichert ist. Diese Tabelle wurde auf Grund der horizontalen Komponente der radialen Verschiebung der Staumauer erstellt, die ihrerseits eine Funktion des Pegelstandes im Stausee ist. Als Parameter hat man die folgenden Koten gewählt, für welche die Deformationen berechnet werden:

- Kote 1926 (Krone)
- Kote 1905
- Kote 1863
- Kote 1821
- Kote 1779

Um der DVA-Anlage die Berechnung zu ermöglichen, muss ihr die Staukote übermittelt werden. (Sie wird durch die DVA-Anlage selbst, alle 2 mn zyklisch abgefragt.)

Die totale theoretische Deformation wird berechnet, indem man die Summe der Deformationen aus dem statischen Wasserdruck und den Deformationen infolge der Temperatur und einem Koeffizienten bildet, der sich mit dem Pegelstand und dem Material des Staudammes ändert.

Die Deformation des Staumauerbogens erhält man aus den Differenzen zwischen den Messwerten an den Pendeln und den aus den Berechnungen hervorgegangenen Werten.

Die DVA-Anlage muss demnach folgende Werte speichern:

- 170 Koeffizienten
- 34 Referenztemperaturen
- 34 Temperaturmesswerte
- 34 Temperaturdifferenzen
- die horizontalen Komponenten der radialen Verschiebung der Staumauer als Funktion des Pegelstandes im Stausee, für die Staumauerkrone und die vier Koten.

Die Koeffizienten der Matrix

(Ein Ausschnitt in nachfolgender Tabelle)

[E] = 5 Reihen	0.1148	0.2021	0.2662	
	0.0727	0.1280	0.1886	
	0.0185	0.0326	0.0429	
	0.0022	0.0038	0.0050	
	0	0	0		
	34 Kolonnen				

Die Kurven für das im Hauptquerschnitt befindliche Pendel III stellen die radiale Deformation dar und können entsprechend der Parameter der Messkoten abgelesen werden.

3.12.3 Auswertung der im Hauptquerschnitt der Staumauer gemessenen Temperaturwerte

Für die Koten 1929, 1911, 1881, 1857, 1833 und 1786 berechnet man die *mittlere Temperatur* t_m^* und die *Temperaturabweichung* Δt^* aus den im Hauptquerschnitt der Staumauer gemessenen Temperaturen. Diese Resultate werden auf dem Journal ausgedruckt. Das folgende Schema stellt die verwendete Berechnungsmethode dar.

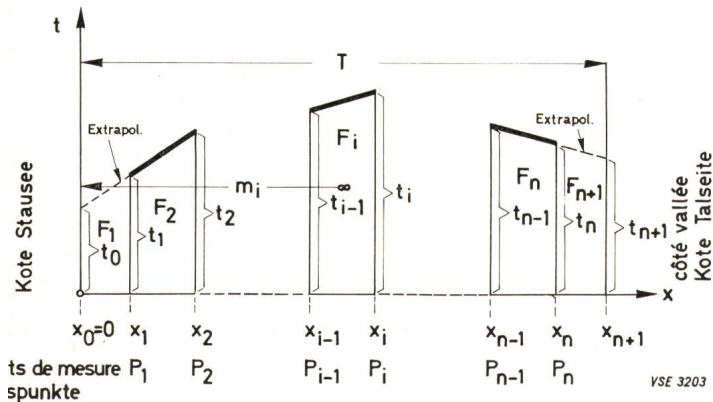


Fig. 4

$$t_0 = t_1 - \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1} x_1 \quad (\text{Extrapolation})$$

$$t_{n+1} = t_n + \frac{t_n - t_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} (x_{n+1} - x_n) \quad (\text{Extrapolation})$$

$$F_i = \frac{t_i + t_{i-1}}{2} (x_2 - x_{i-1}) \text{ für } i = 1, 2, \dots, (n + 1)$$

$$m_i = x_{i-1} + (x_i - x_{i-1}) \frac{t_{i-1} + 2t_i}{3(t_{i-1} + t_i)} \text{ für } i = 1, 2, \dots, (n + 1)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n+1} F_i \cdot m_i \text{ (statisches Moment)}$$

$$F = \sum_{i=1}^{n+1} F_i \text{ (Fläche)}$$

$$t_m^* = \frac{F}{T} \text{ Mittlere Temperatur}$$

$$\Delta t^* = 6 \cdot \left(t_m^* - \frac{2S}{T^2} \right) \text{ Temperaturabweichung}$$

Die Werte t_1 bis t_n sind gemessene Werte, während die x -Werte aus der folgenden Tabelle entnommen sind.

		Kote					
		1929	1911	1881	1857	1833	1788
[m]	x_0	0	0	0	0	0	0
	x_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	x_2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	x_3	4,9	7,14	6,54	7,15	7,73	10,27
	x_4	7,8	12,29	11,09	12,30	13,46	18,53
	x_5	9,3	13,79	15,63	17,45	19,19	26,80
	x_6	-	-	17,13	18,95	20,69	28,30
T	9,8	14,29	17,63	19,45	21,19	28,80	

Mit Hilfe dieser Angaben kann man die mittlere Temperatur und die Temperaturabweichung für jede Kote definieren.

Den Ausdruck des Journals durch die DVA-Anlage zeigt folgendes Beispiel sowie Fig. 6

BARRAGE D'EMOSSON EXPLOITATION DES TEMPÉRATURES DANS LA COUPE PRINCIPALE

DATE: 01. 01. 73

ÉCART DE TEMPÉRATURE ENTRE COTES RETENUES ET VALLÉE

COTE TEMP. MOYENNE ÉCART DE TEMP.
1929 + 5.15 - 0.01

.	.	.
.	.	.
.	.	..

3.13 Einige besondere Merkmale der DVA-Anlage

Die Konsolschreibmaschine in Châtelard-Vallorcine schreibt im Normalbetrieb keine Protokolle. Sie ist jedoch in Bereitschaft. Sobald die Hauptanlage des Fernwirksystems ausfällt, aktiviert der Rechner die Schreibmaschine. Diese protokolliert alle ankommenden Meldungen vom Meldelogger (Zeitfolgemelder) in codierter Form. Parallel zum Protokoll wird ein Lochstreifen mitgestanzt. Zur späteren Analyse kann dieser Lochstreifen über die Konsolschreibmaschine in La Bâtiaz eingesehen werden, und man erhält so die Meldungen im Klartext.

DATE :	20.06.73					
HEURE :	09'15'30					
LIGNES :	U	I	+P	-P	+Q	-Q
	KV	A	MW	MW	MVAR	MVAR
BA-GE	240	875	83,6		22,7	
ETC.						
GROUPES :	U	I	+P			-Q
	KV	KA	MW			MVAR
BA-GR.1	10,35	5,1	80,7			28,3
ETC.						

DATUM	UHRZEIT	INFORM.NR.	ORT	INFORMATION	ZUSTAND	TY
DATE	HEURE	MESSAGE NO	POSTE	INFORMATION	ETAT	
20.06	02H45'01	04 0155	BA GI	MARCH TURB SUR JEU BARI	HORS	S
20.06	02H45'02	04 0719	BA GI	ONDU TENS 220V	EN	P
20.06	02H47'07	04 0024	BA GI	ARRE AUTOMATIQU TRO LONG	EN	A
31.08	17H55'03	01 0003	VA GI	MARCH PELT SUR JEU BAR2	EN	S
31.08	17H55'04	01 0042	VC GI	ALTE PROT TERR STAT	EN	P
31.08	17H58'27	01 0018	VC GI	TENS SIGN 48V SG	EN	A
BEMERKUNG	ZUSTAND	EN/HORS	=	EIN/AUS	=	KOMMT/GEHT
REMARQUE	ETAT	EN/HORS	=	APPARITION/DISPARITION		
S =	BETRIEBSMELDUNG	P =	STOERUNGSMELDUNG MIT ABSCHALTUNG			
		P =	PERTURBATION AVEC DECLenchEMENT			
S =	MESSAGE DE SERVICE					
A =	ALARM WARNSIGNAL OHNE ABSCHALTUNG					
A =	ALARME, SIGNAL SANS DECLenchEMENT					

OUVRAGES HYDRAULIQUES

NIVEAUX:	VE	BE	ES	BC	BP	Rhône
M.S.M.	2'166,32	1869,05	1509,18	1122,02	2035,70	455,50
VOLUME :						
M3X10E3:			192,36	90,25		
M3X10E6:	10,3	95,73				
DEBITS D'EAU						
M3/S	5,0	18,82	20,74			

JOURNAL DER INTEGRIERTEN MESSWERTE (STUENDLICH)
 JOURNAL DE MESURE HORAIRE DES VALEURS INTEGRES

LIGNES :	DIFFERENCES							
	+AA	-AA	+AR	-AR	+AA	-AA	+AR	-AR
	MWH	MWH	MVARH	MVARH	MWH	MWH	MVARH	MVARH
BA-GE	003109			000293	0	0	0	0
ETC.		002782	00043					
GROUPES :								
BA-GR.1	024497	---	003208	0	0	---	0	0
ETC.								
BA-TOTAL :	0042152	---	006613	0	0	---	0	0
VC-TOTAL	0001358	0007481	0001900	0	0	---	0	0
BA+VC TOTAL	0043510	0007481	0008513	0	0	---	0	0

OUVRAGES HYDRAULIQUES

DEBIT D'EAU CUMULEE (M3)	VE	CO	+CB	-CB	TOT.POMP	TOT.TURB.
	0	9'573,8	1'550,4	0	1'748,0	24.732,7
DIFFERENCES DES DEBITS (M3)	0	3'555,6	767	0	1'467	15'300

RADIALE DEFORMATION DER STAUMAUER (HAUPTQUERSCHNITT)
 DEFORMATIONS RADIALES D'EMOSSON (COUPE PRINCIPALE)

DATE : 20.06.73
 HEURE : 09'15'30

NIVEAU RETENU :	.00 M				
	COTE 1926	COTE 1905	COTE 1863	COTE 1821	COTE 1779
SOMME E*DT	- 7.900	- 6.868	- 5.033	- 2.646	- .638
PART. HYDROSTAT.	.000	.000	.000	.000	.000
CORRECTION	.000	.000	.000	.000	.000
DEF. THEOR. TOT.	- 7.900	- 6.868	- 5.033	- 2.646	- .638
DEF. MESUREE		.000			
DIF. THEOR.-MES		- 6.868	- 5.033		

CALCUL DES TEMP. MEYENNES ET DES ECARTS DE TEMP. ENTRE LE COTE RETENU ET LE COTE VALLE DU BARRAGE D'EMOSSON (COUPE PRINCIPALE)

COTE 1929	TEMP. :	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
TEMP. MOYENNE:		.00	ECART DE TEMP. :	.00		
COTE 1911	TEMP. :	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
TEMP. MOYENNE:		.00	ECART DE TEMP. :	.00		
COTE 1881	TEMP. :	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
TEMP. MOYENNE:		.00	ECART DE TEMP. :	.00		
COTE 1857	TEMP. :	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
TEMP. MOYENNE:		.00	ECART DE TEMP. :	.00		
COTE 1833	TEMP. :	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
TEMP. MOYENNE:		.00	ECART DE TEMP. :	.00		

Fig. 6
 Protokollbeispiele

Generell kann man von jedem Protokoll einen Lochstreifen mitstanzen, der zur Archivierung aufbewahrt werden kann.

Bei Ausfall der Disk im Rechner La Bâtiâz wird das Meldungsprotokoll in codierter Form ohne Klartext weiterhin ausgedruckt. Eine Textänderung ist über die Konsolmaschine mit Hilfe des «EDITOR»-Programmes durch das geschulte Betriebspersonal jederzeit möglich.

Mit der Generalabfrage kann man mit Hilfe eines Schnellbefehles, über das Fernwirksystem, zusätzlich beschleunigt, alle Informationen aus der Zentrale Châtelard-Vallorcine in den Pufferspeicher von La Bâtiâz einlesen.

Während dieser Zeit wird der Zyklus des Systems angehalten. Das anschließende Ausdrucken kann dann ohne Behinderung der Fernwirkanlage ablaufen.

Die wichtigsten Meldungen (ZFM und Spontan) können in einer besonderen Tabelle zusammengefasst ausgedruckt werden. In Fig. 6 ist ein Beispiel vom Meldungs Ausdruck dargestellt.

Die Anspeisung der beiden Rechner erfolgt über je einen Wechselrichter, ab Werkbatterie 110 V. In La Bâtiâz ist bei einem Defekt des Wechselrichters eine automatische und eine manuelle Umschaltung auf das Notnetz vorgesehen, so daß eine unterbrechungslose, gesicherte Speisung vorhanden ist.

Bei einem Unterbruch der Speisung existiert eine Routine («Autorestart») zur Rettung des laufenden Programmes. Diese Routine steuert alle notwendigen organisatorischen Schritte, damit bei wiederkehrender Speisung das Programm normal weiter ablaufen kann.

Sollte das Programm einmal zerstört werden, so kann der Operateur mit Hilfe des schnellen Lesers mit dem Lochstreifen das Programm neu laden.

Mit der DVA-Anlage erhält der Schichtführer ein hochentwickeltes programmierbares Gerät, welches ihm bei voller Kenntnis aller Bedienungsmöglichkeiten den Schichtbetrieb wesentlich unterstützt und erleichtert.

Kraftwerkgruppe Emosson

Legende (siehe Fig. 5)

WT	HF-Sperrdrosselspule
CC	HF-Kopplungskondensator
LMU	Anpassübertrager und Schutzeinrichtung
SSB	HF-Übertragungsgerät (Einseitenbandmodulation)
PT	Schutzübertrager (4-15 kV)
PP cable	Komb. Telephon-Signalkabel (Werkeigentum)
PO cable	PTT-Kabel (Mietleitungen)
ATU	Automatische Umschalteneinrichtung von NF-Kanälen
TU	Manuelle Umschalteneinrichtung der Fernwirkgeräte
TEL	Ankopplungsübertrager und Tandemgruppenwähler (autom. EW-Telephonie)
TEL PAX	Automatische Telephonzentrale
CDES (MS)	Kombiniertes Fernwirk- und Datenaustauschsystem mit zyklischer Übertragung (MS = Kommandostation)
I	Hauptsystem
II	Notsystem
CDES (SS)	Kombiniertes Fernwirk- und Datenaustauschsystem mit zyklischer Übertragung (SS = Unterstation)
ACC	Fernausslösegerät für Distanzschutz
RR	Fernregelung
TM	Fernmessübertragung von analogen Messwerten
DP	Datenverarbeitungsanlage (Rechner)
IF	Interface (Anpaßschaltung) zwischen DP und CDES
EM	Zählerstandserfassung
DL	Data-Logging, Zeitfolgemelder
AL	Erfassung und Übertragung von spontanen Meldungen
TM-H	Fernmessung für die zyklische Übertragung von hydraulischen Messwerten
PO-TML	Kabelterminal (4-Draht)
RCO	Übertragung von Fernsteuerbefehlen (Einzel- und Doppelbefehle)
BI	Rückmeldungen
M	Messwertübertragung (analog und digital)

Adresse des Autors:

Fritz Häckel, Motor-Columbus AG, Ingenieur-Unternehmung, 5401 Baden, Schweiz.

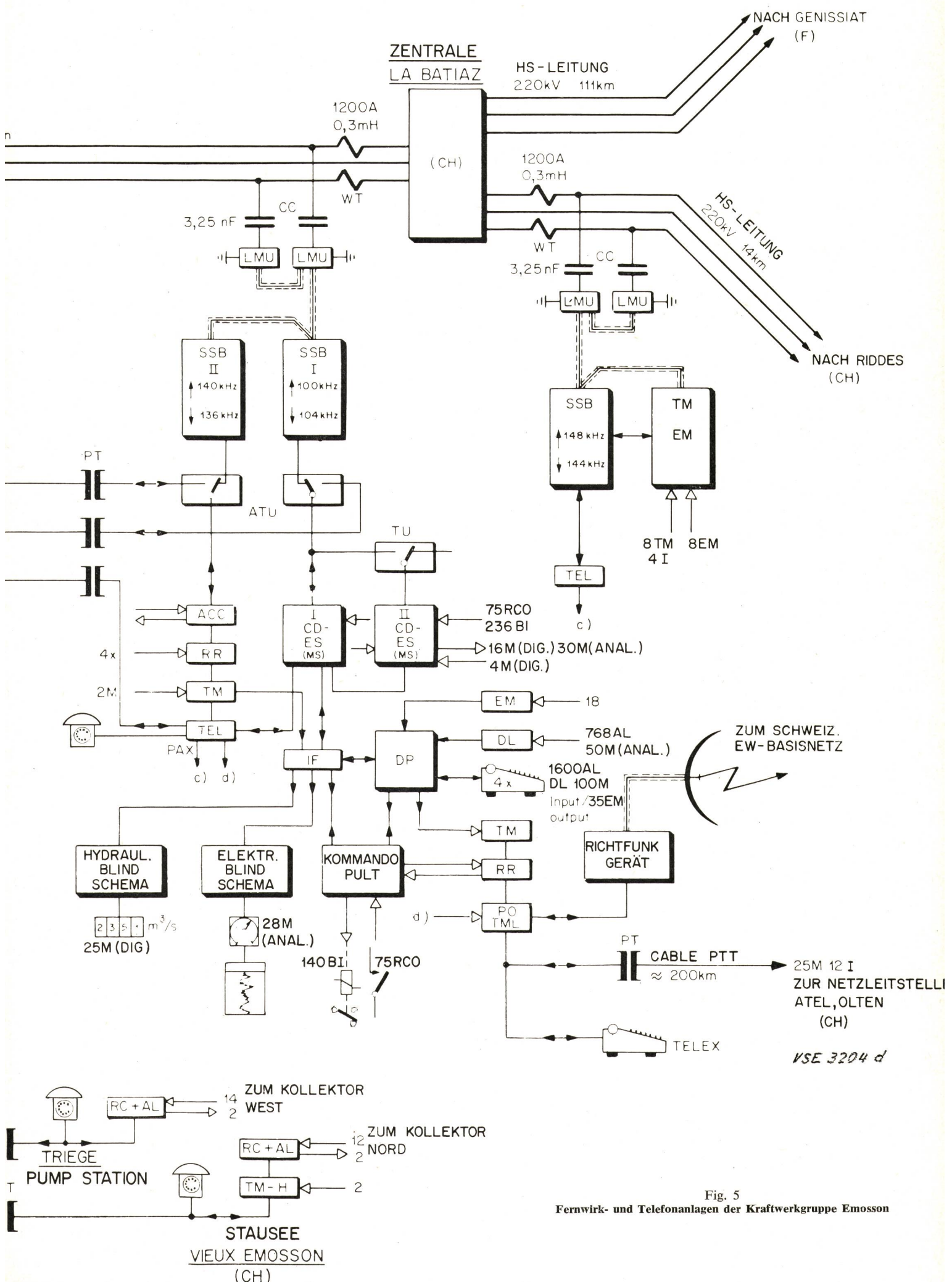


Fig. 5
 Fernwirk- und Telefonanlagen der Kraftwerkgruppe Emosson