KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

September 1971

KFK 1460

Labor für Elektronik und Meßtechnik

CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3.

P. M. Fischer, D. Fröhlich

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

September 1971 KFK 1460

Labor für Elektronik und Meßtechnik

CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3.

P. M. Fischer
D. Fröhlich

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE

Zusammenfassung

Ein rechnerführbarer Linearverstärker in CAMAC, bestehend aus einem ORTEC-Linearverstärker Typ 410 und einem Steuerungsteil, wird beschrieben. Rechnerführbar sind die Parameter für die Einstellung des Verstärkungsgrades. Die Verstellung der Parameter erfolgt durch Relais und mittels eines Schrittmotor-angetriebenen zehngängigen Potentiometers. Der Verstärker soll in einem Kernspaltexperiment eingesetzt werden.

Der Steuerungsteil des Moduls ist in Funktionseinheiten wie Befehlsverarbeitung, Parameter-Änderung in Stufen, Parameter-Änderung kontinuierlich, Normierung, Statusregister und Modul-Erkennungsregister aufgeteilt, die beschrieben werden. Die Modulbefehle sind in einer Liste aufgeführt.

Durchgeführte Rauschmessungen an dem ORTEC-Verstärker Typ 410 mit und ohne Rechnerführung ergaben keine wesentlichen Abweichungen voneinander.

Abstract

A computer-controlled linear amplifier in CAMAC, consisting of a linear amplifier ORTEC type 410 and a control unit, is described. The parameters for the gain adjustment are computer-controlled. The variation of the parameters is done by relais and by a stepping motor driving a potentiometer with ten turns. The amplifier will be used in a fission experiment.

The control unit of the module consists of several function units such as a command decoding unit, a unit for parameter variation in steps, a unit for continuous parameter variation, a unit to normalize the module automatically, a status register and a module characteristic register. These function units are described. The commands for the module are listed.

Noise measurements have been performed at the same ORTEC type 410 amplifier in two modes: with and without computer control equipment. No significant differences could be detected.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Bei dem augenblicklichen Stand des Aufbaus von analogen CAMAC-Modulen werden Module der Elektronik, z. B. der Nuklear-Elektronik, verwendet, wie sie auf dem Markt erhältlich sind, und zur Rechnerführung umgebaut. Die Einstellung der Parameter erfolgt dann statt durch Potentiometer, Schalter etc. durch Stellglieder, d. h. Schalter werden z. B. durch Reed-Relais, Potentiometer durch motorgetriebene Servopotentiometer ersetzt. Gewisse Parameter, die nur selten geändert werden, werden nicht rechnergeführt, sondern wie bisher manuell eingestellt.

Der hier beschriebene CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3. enthält als analoges Grundgerät den ORTEC-Linearverstärker Type 410. Dieser Verstärker wurde für seinen Einsatz in einem rechnergeführten Kernspaltexperiment (Drei-Parameter-Experiment) [1], welches das LEM in Zusammenarbeit mit der DVZ und dem IAK durchführt, entsprechend den CAMAC-Spezifikationen [2] umgebaut und getestet.

2. Aufbau des CAMAC-Verstärkers LEM-52/10.3.

Als analoges Grundgerät für den CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3. wurde der NIM-Linearverstärker ORTEC 410 verwendet. Dieser Linearverstärker ist speziell für Amplituden- und Zeitmessungen mit Detektoren der Kernstrahlungsmeßtechnik gedacht.

Um ein günstiges Signal-Rausch-Verhältnis zu erzielen und die Impulsformen für die nachgeschalteten elektronischen Funktionseinheiten zu optimieren, sind im Verstärker Impulsformerstufen eingebaut, nämlich zwei Differenzierglieder und ein Integrierglied. Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild des Linearverstärkers ORTEC 410 [3].

---

eingegangen am 30. 9. 1971

Rechnerführbar umgebaut wurden die Parameter für die Einstellung des Verstärkungsgrades, das sind die Parameter "Verstärkung fein", "Eingangsabschwächer", "Verstärkung grob". Die anderen wesentlichen Parameter, wie z. B. Polarität des elektrischen Ausgangs-Impulses, Zeitkonstanten für die Impulsformung, werden nur einmal zu Beginn des Drei-Parameter-Experimentes eingestellt und daher nicht für die Rechnerführung umgebaut.

Die Einstellung "Verstärkung fein" ist eine kontinuierliche Einstellung und wurde im ORTEC-Verstärker durch ein 270°-Kohleschichtpotentiometer durchgeführt. Die Parameter "Eingangsabschwächer" und "Verstärkung grob" sind nicht kontinuierlich, sondern nur in Stufen, in diskreten Werten mittels Schalter einstellbar. Es wurden Schalter durch Relais und das Potentiometer durch ein Servopotentiometer, welches von einem Schrittmotor verstellt wird, ersetzt. Für jeden Parameter ist ein eigenes Register vorgesehen, in welches das vom Rechner kommende Digital-Wort, welches die Information über die gewünschte Parametereinstellung beinhaltet, eingeschrieben und damit abgespeichert wird.

In Fig. 2 ist in einem Übersichtsblockschaltbild der rechnergeführte Linearverstärker dargestellt. Die wichtigsten Funktionsgruppen sind Befehlsverarbeitung, Statusregister, Normierung, Erkennungsregister und Einstellregister.

In der B e f e h l s v e r a r b e i t u n g werden die Befehle dekodiert und teilweise auf ihre momentane Zulässigkeit geprüft. Erst dann wird z. B. die an den W-Leitungen stehende Information in das dem angewählten Parameter zugeordnete E i n s t e l l - r e g i s t e r durch den von der Befehlsverarbeitung kommenden Einspeichertakt eingeschrieben.

Im S t a t u s r e g i s t e r ist der charakteristische momentane Zustand des Moduls abgespeichert. Zur Prüfung auf momentane Zulässigkeit eines Befehls in der Befehlsverarbeitung wird der

Status des Moduls herangezogen. Jede wichtige Zustandsänderung des Moduls führt zu einem Alarm (LAM). Durch die Alarmquelle wird ein spezielles Flipflop, das Alarm-Flipflop, gesetzt, das beim Lesen des Statusregisters automatisch zurückgesetzt wird.

Die Einheit N o r m i e r u n g bewirkt bei einem Z-Befehl oder beim Einschalten der Spannungsversorgung (z. B. nach einem Ausfall) ein Rücksetzen des Moduls in seine Nullstellung. In dem E r k e n n u n g s r e g i s t e r ist durch Verdrahtung der Modul-Typ als Dualzahl abgespeichert.

2.1. Befehlsverarbeitung

Der CAMAC-Verstärker-Modul LEM-52/10.3. wird z. B. vom Rechner über System Controller und Crate Controller (Rahmensteuerung) mit Hilfe der ihm zugeordneten Stichleitung (N) angewählt [2, 4]. Über die Subadressen-Busleitungen (A) wird der interessierende Unterabschnitt des Verstärkers angewählt. Die Subadressen und der Funktionscode werden im Modul dekodiert. Der CAMAC-Verstärker hat die Subadressen:

A(0) Verstärkung fein,
A(3) Eingangsabschwächer,
A(4) Verstärkung grob,
A(14) Modul-Erkennungsregister,
A(15) Statusregister

Von den Funktionscodes werden im Modul benötigt: F(0), F(9), F(16).

Fig. 3 zeigt die Befehlsverarbeitung. In der Befehls-Dekodierung wird der benötigte Befehl A(n) • F(m) zusammengesetzt. Ist der Modul in der Lage, die Operation durchzuführen, d. h. ist die Befehls-Dekodierung für diesen CAMAC-Befehl ausgelegt, so wird

ein Echo-Signal (Q-Signal) an die Rahmensteuerung gegeben. Dies gilt nicht für die Befehle, die eine Potentiometerverstellung betreffen, nämlich die Befehle A(0) · F(9) und A(0) · F(16). Diese Befehle werden separat auf ihre momentane Zulässigkeit geprüft; so werden diese Befehle verworfen, wenn z. B. noch eine Verstellung läuft. Ist auch hier der Modul in der Lage, die gewünschte Operation durchzuführen, so gibt er ein Q-Signal. Daraufhin werden von der Rahmensteuerung die Zeitsignale S1 und S2 ausgelöst, die den zeitlichen Ablauf bei der Befehlsausführung festlegen.

Kennt der Modul den Befehl nicht oder ist er momentan nicht aufnahmebereit für den Befehl, so erzeugt er k e i n Q-Signal. Auf das Ausbleiben des Echo-Signals ($\overline{Q}$) hin liest der Rechner das Statusregister, um den Grund der Befehlsabweisung zu erfahren. [5] Wird auch beim Lesen des Statusregisters $\overline{Q}$ erzeugt, so ist der Modul defekt bzw. an dieser Station nicht vorhanden.

Die Bedeutung der nach der Dekodierung erzeugten Befehle A(n) · F(m) ist in Kapitel 4 beschrieben.

2.2. Parametereinstellung "Verstärkung fein"

Die Parametereinstellung "Verstärkung fein" ist eine kontinuierliche Parametereinstellung, im ORTEC-Verstärker vorgenommen durch ein 270°-Kohleschichtpotentiometer. Um eine höhere Auflösung in der Einstellung des Verstärkungsgrades zu erhalten, wird dieses Potentiometer durch ein 10gängiges Servopotentiometer ersetzt. Dieses Servopotentiometer wird beim CAMAC-Verstärker durch einen Schrittmotor mit 1,8° Schrittauflösung angetrieben. [6] Für die Verstellung des 10-Gang-Potentiometers werden benötigt: 11 Bit für die Schrittzahl (≙ 2048 Schritten) sowie 1 Bit für das Vorzeichen (Rechts- oder Linkslauf).

Fig. 4 zeigt das Prinzipschaltbild der Parametereinstellung "Verstärkung fein". Das in Fig. 2 eingezeichnete Einstellregister für die motorgetriebene Potentiometerverstellung besteht aus 12 Bit, angeschlossen an die W-Leitungen W1 bis W12. Das Einstellregister wird aufgeteilt in einen Vorwärts-Zähler mit 11 Bit (W1 bis W11, niedrigstes Bit an W1) und ein 1-Bit-Register für die Drehrichtung (W12; L ≙ Rechtslauf, vorwärts). Bei der Übertragung eines Verstellbefehls zum Unterabschnitt "Verstärkung fein" geben die Schreibdaten nur die Anzahl der durchzuführenden Schritte an, nicht jedoch die Absolutstellung des Motors und damit des Potentiometers. Dabei wird bei einer gewünschten Verstellung von n Schritten ($n \leq 2000$) im Vorwärts-Zähler die Zahl $\overline{(n - 1)}$, d. h. das Komplement der um 1 verminderten gewünschten Schrittzahl abgespeichert. Befindet sich z. B. das Potentiometer vom linken Anschlag aus gesehen auf Position 500 und soll auf 550 verstellt werden, so wird das Komplement der um 1 verminderten Differenz, also die duale Zahl $\overline{(50 - 1)} = \overline{49}$ auf die Schreibleitungen W1 bis W11 gegeben. Diese Information wird ebenso wie die über das Vorzeichen durch den Befehl A(0) • F(16) in das Einstellregister, d. h. in den Vorwärts-Zähler und in das Vorzeichen-Register, eingeschrieben, und zwar mit dem Takt S1. Da nun der Inhalt des Vorwärts-Zählers von Null verschieden ist, wird mit S2 ein Tor (Start/Stop) geöffnet, so daß die von einem Generator kommenden elektrischen Impulse richtungsspezifisch über eine Steuerung den Schrittmotor (welcher das Potentiometer verstellt) betätigen. Zudem gelangen die Generator-Impulse in den Vorwärts-Zähler. Bei dem (n - 1)-ten eingezählten Impuls sind alle Bits des Zählers auf "L" gesetzt. Beim n-ten Impuls erfolgt der Übertrag zu einem Überwachungs-Flipflop, wobei der Zähler nach "Null" geht. Das Überwachungs-Flipflop gibt den Übertrag als Information "Operation durchgeführt" an das Statusregister weiter; gleichzeitig wird ein LAM-Signal ausgelöst. Bei der Zählerstellung "Null" wird das Tor (Start/Stop) geschlossen und der Motor angehalten.

Gestrichelt eingezeichnet ist in Fig. 4 die Rückstellung. Bei Normierung (siehe Abschnitt 2.5.) oder durch den Befehl A(0) • F(9) wird die Parametereinstellung "Verstärkung fein" in den Nullzustand (Anfangszustand) gesetzt. Dann gelangen

a) die Generator-Impulse direkt an die Steuerung, so daß das Potentiometer an seinen l i n k e n Anschlag gedreht wird,

und werden

b) Zähler und Vorzeichen-Register auf Null gesetzt.

Erreicht das Potentiometer seinen linken oder rechten Anschlag, so wird dies durch Endschalter an das Statusregister gemeldet und ein LAM-Signal erzeugt, das der Rechner mit dem Lesen des Statusregisters beantwortet.

Die Befehle A(0) • F(9) und A(0) • F(16) werden vor der Ausführung auf ihre momentane Zulässigkeit geprüft (siehe Abschnitt 2.1.). Ist der Modul für diese Befehle momentan nicht aufnahmebereit, d. h. werden sie zu einem Zeitpunkt gegeben, da der vorhergehende Potentiometer-Verstellbefehl noch nicht völlig ausgeführt ist, gibt der Modul $\overline{Q}$-Signal. Daraufhin liest der Rechner das Statusregister (siehe Abschnitt 2.4.) und entnimmt dem Bit 1 (das in diesem Falle nicht gesetzt ist), daß der Grund für die Befehlsabweisung eine noch laufende Potentiometerverstellung ist. Die Prüfung auf momentane Zulässigkeit entfällt bei der Normierung (siehe Abschnitt 2.5.).

2.3. Parametereinstellung "Eingangsabschwächer", "Verstärkung grob"

Die Parametereinstellungen "Eingangsabschwächer" und "Verstärkung grob" sind Parametereinstellungen in Stufen; der jeweilige Parameter wird im ORTEC-Verstärker in diskreten Werten mit Hilfe eines Stufenschalters eingestellt. Diese Schalter wurden durch Reed-Relais ersetzt, und zwar wurde jedem Bit ein Relais zugeordnet.

Fig. 5 zeigt im Blockschaltbild die Wirkungsweise der Parametereinstellung "Verstärkung grob". Das Digitalwort über die Größe der Parameter-Änderung steht an den Schreibleitungen W1 bis W3 des Datenwegs an. Durch den Befehl A(4) • F(16) wird dieses Digitalwort mit S1 in das Einstellregister für den Parameter "Verstärkung grob" eingeschrieben. Da die Register nicht leistungsstark genug sind, werden Treiberstufen zwischen Register und Relais geschaltet. Entsprechend dem im Einstellregister stehenden Digital-Wort ziehen diejenigen Relais an, denen ein "L" zugeordnet ist, hier also Relais 2. Dadurch wird der entsprechende Widerstand zugeschaltet und die gewünschte Verstärkung eingestellt.

Bei Normierung (siehe Abschnitt 2.5.) oder mit dem Befehl A(4) • F(9) wird das Einstellregister in seinen Ausgangszustand gebracht, d. h. alle Relais fallen ab.

Das Entsprechende gilt für die Einstellung des Parameters "Eingangsabschwächer" (Subadresse A(3)).

Fig. 6 zeigt für den Parameter "Verstärkung grob" die Zuordnung der Einstellregister-Bit-Struktur zum Verstärkungsfaktor; Fig. 7 zeigt für den Parameter "Eingangsabschwächer" die Zuordnung der Einstellregister-Bit-Struktur zum Abschwächungsfaktor.

2.4. Statusregister und Alarmmeldung

Das Statusregister ist ein spezielles statisches Register, in dem der momentane kennzeichnende Betriebszustand des CAMAC-Verstärkers eingeschrieben ist. Dies sind die Betriebszustände:

1. Potentiometerverstellung ausgeführt,
2. Potentiometer ist am linken Anschlag,
3. Potentiometer ist am rechten Anschlag.

Diese Zustände führen zur Erzeugung eines Alarms, eines LAM-Signals. Die Alarmmeldung erzeugt im Rechner einen Interrupt und löst den Lesebefehl A(15) • F(0) "Lies Statusregister" aus. Mit A(15) • F(0) • S2 wird das Alarm-Flipflop zurückgesetzt. Ebenso wird bei der Normierung das Alarm-Flipflop (LAM-Flipflop) gelöscht. Die Belegung der R-Leitungen im Statusregister ist Kapitel 4 zu entnehmen.

Das Statusregister muß auch im Falle der Befehlsabweisung, also auf das $\overline{Q}$-Signal hin gelesen werden.

2.5. Normierung

Beim Einschalten des Moduls (z. B. beim Hineinschieben in einen unter Spannung stehenden Rahmen oder beim Wiedereinschalten der Spannungsversorgung nach einem Ausfall) oder bei Anliegen eines Z-Befehls wird der CAMAC-Verstärker durch die sogenannte Normierung in einen definierten Anfangszustand gebracht. Der Modul erzeugt ein internes Signal, das alle Flipflops und Register in den gewünschten Zustand bringt; auch das Alarm-Flipflop wird gelöscht.

Als Normierung gilt

a) das Potentiometer für die Parametereinstellung "Verstärkung fein" wird an den linken Anschlag gedreht,

b) alle Relais für die Parameter "Verstärkung grob" und "Eingangsabschwächer" fallen ab.

In diesem Falle ist der Verstärker nicht arbeitsfähig, da er vom Analog-Signal abgetrennt ist.

Nach erfolgter Normierung wird in jedem Falle ein LAM-Signal erzeugt, d. h. auch dann, wenn sich das Potentiometer bereits an seinem linken Anschlag befand.

2.6. Modul-Erkennungsregister

Das Modul-Erkennungsregister ist ein 12-Bit-Register. In ihm ist durch Verdrahtung für den CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3. das Dual-Wort 103 fest eingestellt. Dadurch ist festgelegt, daß es sich hier um den hier beschriebenen CAMAC-Verstärker handelt mit den charakteristischen Daten des Linearverstärkers ORTEC 410 und daß dieses Gerät die in Kapitel 4 niedergelegten CAMAC-Befehle erkennen kann. Hiermit soll dem Rechner eine Kontrollmöglichkeit eingeräumt werden, insbesondere bei Inbetriebnahme des Gesamtexperimentes. So kann der Rechner z. B. bei einer Befehlsabweisung ($\overline{Q}$-Signal) durch Lesen des Modul-Erkennungsregisters feststellen, ob der CAMAC-Verstärker den abgelehnten Befehl eigentlich verstehen müßte.

2.7. Praktische Ausführung

Der CAMAC-Verstärker-Modul besteht aus dem Linearverstärker ORTEC 410, der CAMAC-Steuerelektronik und der Drehverstelleinheit, die den Motor, die Motor-Ansteuerungselektronik, das Servopotentiometer und die Anschlagüberwachung durch die beiden Endschalter umfaßt.

Der ORTEC-Verstärker erhielt steckerseitig einen Adapter NIM - CAMAC, so daß er über den Datenweg des CAMAC-Rahmens an das Netzteil angeschlossen ist. Als Relais, welche die Schalter ersetzen, wurden Reed-Relais der Firma Elfein verwendet, bei einer Versorgungsspannung von + 6 V. Diese Versorgungsspannung wurde aus folgenden Gründen ausgewählt:

a) Die Steuerelektronik für die Relais macht eine positive Betriebsspannung erforderlich.

b) Die Spannungen + 12 V und + 24 V sind Versorgungs-

spannungen des Linearverstärkers. Diese sollten daher von der zusätzlichen Elektronik freigehalten werden, um Störungen des Analog-Signals zu vermeiden.

Diese Relais wurden auf einer Platte aufgebaut und in die Verstärkerkassette eingesetzt.

Für die Feineinstellung der Verstärkung wurde ein 10gängiges Servopotentiometer der Firma Spektrol verwendet. Dieses Potentiometer wird von einem Slo-Syn-Schrittmotor der Firma Superior Electric angetrieben; der Schrittmotor hat ohne Getriebe eine Schrittweite von $1,8^{\circ}$.

Zwischen Servopotentiometer und Motor befindet sich eine mechanische Vorrichtung, welche bewirkt, daß bei Erreichen des linken oder rechten Potentiometeranschlags ein mechanischer Endschalter betätigt wird. Diese Endschalter bewirken einen Stopp der Motordrehung durch Unterbrechung der Generator-Impulse an die Motorsteuerung.

Der Motor erfordert eine Versorgungsspannung von 6 V. Die Polarität wurde negativ gewählt, um die CAMAC-Steuerelektronik (Positiv-Logik) von eventuellen Störungen freizuhalten. Die Motorsteuerkarte benötigt für Rechts- und Linkslauf - 12 V-Impulse. Da die TTL-Logik maximal + 5 V-Impulse liefert, muß ein Spannungsumsetzer eingesetzt werden, der Impulstransformation polaritäts- und hubmäßig durchführt. Motor, Potentiometer, Endschalter sowie die Motor-Ansteuerungselektronik wurden in einem separaten Einschub von 4 CAMAC-Einheiten Breite untergebracht. Bild 1 zeigt einen solchen Motoreinschub.

Die CAMAC-Steuerelektronik, deren TTL-Logik-Bausteine von Texas Instruments stammen, nimmt eine Station im Rahmen ein; über diese Stationsnummer wird der CAMAC-Verstärker-Modul adressiert.

Alle drei Einheiten, nämlich Verstärkerkassette mit Relais-Karte, Motoreinschub und CAMAC-Steuerelektronik-Karte, wurden mechanisch fest miteinander verbunden. In Bild 2 ist der so verifizierte CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3. zu sehen.

3. Messungen am CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3.

An dem Linearverstärker ORTEC 410 wurden gemessen: Anstiegszeit, Abfallzeit, Verstärkungsgrad; die gleichen Größen wurden nach seinem Umbau zum CAMAC-Verstärker gemessen. Es konnte keine Änderung der charakteristischen Daten des Verstärkers festgestellt werden.

Ein besonders kritischer und daher signifikanter Punkt für die Qualität des Verstärkers ist sein Rauschverhalten. Bei den durchgeführten Rauschmessungen war der Prüfling sowohl als NIM-Verstärker als auch als CAMAC-Verstärker in einem CAMAC-Rahmen der Firma Borer, Schweiz, untergebracht. Gemessen wurde die Rauschspannung am Ausgang des Verstärkers bei maximaler Verstärkung in Abhängigkeit von den Zeitkonstanten für die Impulsformung, die auch beim CAMAC-Verstärker nicht rechnergeführt eingestellt werden. Dabei wurden von den Zeitkonstanten für die drei Parameter "I. Differentiation", "II. Differentiation" und "Integration" zunächst jeweils nur eine verändert und die beiden anderen konstant gehalten und anschließend alle drei Zeitkonstanten gleichzeitig verändert bei gleicher Einstellung für diese drei Parameter. Die Rauschspannungsmessungen wurden mit dem RMS-Voltmeter der Firma Hewlett-Packard, Type 3400A, durchgeführt. Zur Einstellung des Verstärkungsfaktors wurde ein Manual Crate Controller Type NE 7024 der Firma Nuclear Enterprises verwendet, der im gleichen Rahmen untergebracht war.

Die Rauschmessungen wurden an zwei Verstärkern durchgeführt. Bei Verstärker 1 wurde im Zusammenhang mit dem Umbau zum CAMAC-Verstärker das 270°-Kohleschichtpotentiometer des Verstärkers ORTEC 410 durch ein 10gängiges Servopotentiometer von gleichem Widerstandswert ersetzt, um eine größere Einstellfeinheit zu erzielen. Fig. 8 zeigt das bei diesem Verstärker gemessene Rauschen bei maximaler Verstärkung in Abhängigkeit von der Zeitkonstanteneinstellung. Der Darstellung ist zu entnehmen, daß die Rauschspannung des CAMAC-Verstärkers grundsätzlich kleiner ist als die Rauschspannung als ORTEC-Verstärker. Zurückzuführen ist das auf das zusätzliche Integrationsverhalten des Drahtpotentiometers.

Bei Verstärker 2 war bereits beim ORTEC-Verstärker das 270°-Kohleschichtpotentiometer ausgetauscht worden, und zwar gegen ein 10gängiges Drahtpotentiometer, während beim CAMAC-Verstärker wieder ein Servopotentiometer verwendet wurde. Fig. 9 zeigt das bei Verstärker 2 vor und nach dem Umbau zum CAMAC-Verstärker gemessene Rauschen bei maximaler Verstärkung in Abhängigkeit von der Zeitkonstanteneinstellung. Es ergibt sich für alle Parameter mit Ausnahme des Parameters "Integration" beim CAMAC-Verstärker eine geringfügige Anhebung der Rauschspannung gegenüber der des ORTEC-Verstärkers. Der Vergleich mit Fig. 8 zeigt, daß für beide CAMAC-Verstärker etwa die gleichen Rauschspannungswerte für die Parameter "I. Differentiation" und "II. Differentiation" gemessen wurden.

4. Befehlsliste zu CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3.

Der Modul erkennt folgende Befehle:

A(0) • F(16) Verstellbefehl für Parameter "Verstärkung fein". Es sind max. 2000 Schritte möglich. Dabei muß, um n Schritte auszuführen, vom Rechner $\overline{(n - 1)}$ vorgegeben werden, angegeben als Dualzahl auf W1 bis W11, mit dem niedrigsten Bit in W1.

Das Vorzeichen für die Drehrichtung steht in W12 ("L" ≙ Rechts, Vorwärts). Nach erfolgter Verstellung wird ein LAM-Signal erzeugt.

A(0) • F(9) Gezielter Rücksetzbefehl für Parameter "Verstärkung fein".
Das Potentiometer wird an den linken Anschlag (minimale Verstärkung) gefahren. Nach erfolgter Verstellung erfolgt ein LAM-Signal.

A(3) • F(16) Einstellbefehl für Parameter "Eingangsabschwächer".
Das Einstellregister ist ein 9-Bit-Register (Schreibleitungen W1 bis W9. Über die Zuordnung von Abschwächungsgrad und Belegungs-Bit-Struktur des Einstellregisters siehe Fig. 7.

A(3) • F(9) Gezielter Rücksetzbefehl für Parameter "Eingangsabschwächer".
Alle Relais fallen ab.

A(4) • F(16) Einstellbefehl für Parameter "Verstärkung grob".
Das Einstellregister ist ein 3-Bit-Register, angeschlossen an die Schreibleitungen W1 bis W3.
Über die Zuordnung von Verstärkungsgrad und Belegungs-Bit-Struktur des Einstellregisters siehe Fig. 6.

A(4) • F(9) Gezielter Rücksetzbefehl für Parameter "Verstärkung grob".
Alle Relais fallen ab.

A(14) • F(0) Lesen des Erkennungsregisters.
Das Register ist ein 12-Bit-Register (R1 bis R12), in dem dual codiert die Zahl 103 steht; R1 belegt vom niedrigsten Bit.

R12	R11	R10	R9	R8	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1
0	0	0	0	0	L	L	0	0	L	L	L

A(15) • F(0) Lesen des Statusregisters.
Das Statusregister ist ein 3-Bit-Register; die Belegung der R-Leitungen ist wie folgt:
R1: "L" ≙ Potentiometerverstellung beendet
R2: "L" ≙ Potentiometer rechter (oberer) Anschlag
R3: "L" ≙ Potentiometer linker (unterer) Anschlag.
Mit A(15) • F(0) • S2 wird das LAM-Flipflop zurückgesetzt.

Z-Befehl Das LAM-Flipflop wird gelöscht. Alle Relais der Parameter "Eingangsabschwächer" und "Verstärkung grob" fallen ab. Das Potentiometer für die Einstellung des Parameters "Verstärkung fein" fährt in die Grundstellung (linker Anschlag ≙ minimaler Verstärkung). Nach Erreichen der Grundstellung erfolgt ein LAM-Signal. Das LAM-Signal wird auch erzeugt, falls sich das Potentiometer bereits am linken Anschlag befindet, wenn der Z-Befehl gegeben wird.

Literatur

[1] Horsch, F.; Piper, I.
Aufbau und Instrumentierung eines Dreiparameter-Experimentes zur Untersuchung der prompten Gammastrahlung von Spaltbruchstücken spezifischer Masse in einem Zeitbereich von 10^{-9} Sekunden nach neutroneninduzierter Spaltung
Kernforschungszentrum Karlsruhe, Bericht KFK 1003, 1969

[2] CAMAC - A Modular Instrumentation System for Data Handling - Description and Specification
Euratombericht EUR 4100 e, Luxembourg 1969

[3] Instruction Manual 410 Linear Amplifier
ORTEC Inc., Oak Ridge, USA, 1966

[4] CAMAC - Organisation of Multi-Crate Systems - Specification of the Branch Highway and CAMAC Crate Controller Type A
Euratombericht EUR 4600 e (im Druck)

[5] Heep, W.; Ottes, J.; Tradowsky, K.
Erzeugung und Auswertung der Q- und L-Signale im CAMAC-System in Verbindung mit einem Statusregister. Erweiterte Fassung.
Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 22/70-5, 1970

[6] Heep, W.; Stiefel, W.
CAMAC-Modul zur Steuerung von Drehverstellungen, insbesondere mittels Motoren und Schrittmotoren, Typ LEM-52/17.1.
Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 22/71-2, 1971

Anhang

Charakteristische Daten des Linearverstärkers ORTEC 410 [3]

INPUT POLARITY: Either positive or negative

MAXIMUM INPUT SIGNAL: With the input attenuator set on XI, an input up to plus or minus 2.5 V will not saturate the amplifier. Larger inputs can be attenuated to the 2.5 V level with the input attenuator.

IMPUT IMPEDANCE: Constant 125 ohms. Can be shunted on input BNC connector with pure resistance to achieve 93 ohms or 50 ohms if desired.

TOTAL GAIN: RC shaping mode - 0.35 to 480. Delay Line shaping mode - 0,75 to 1300.

GAIN ADJUSTMENT: Actual gain controlled by three gain controls -

A. INPUT ATTENUATOR: Attenuation factors 1, 2, 5, 10, 20, 50
B. FINE GAIN: 1 to 3
C. COARSE GAIN: X1, X3, X9

PULSE SHAPING MODES: Two basic pulse shaping modes provided:

A. Classical RC pulse shaping
B. Delay Line pulse shaping.

The mode desired is selectable via front panel switch. RC time constants, i.e., $\tau = 1/e$, are selectable from 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5 and 10 µsec. The time constants are accurate to ± 2 % of indicated value. The delay line normally supplied provides output pulse width of 0.8 µsec. Other pulse widths supplied on special request. The pulse shaping networks can be switched to the OUT position which results in an amplifier with a flat bandpass from approximately 700 cps to 4.3 Mcps.

AMPLIFIER RISE TIME: Unipolar Output - 80 nsec. Bipolar Output - 100 nsec.

MAXIMUM AMPLIFIER BANDPASS: Within 3 db from 700 cycles to 4.3 megacycles.

OUTPUT: Unipolar - 0 to 10 V positive. Bipolar - 0 to 10 V positive and negative, i.e., bipolar. 12 V maximum output.

OUTPUT IMPEDANCE: Approximately 1 ohm, shortcircuit protected.

AMPLIFIER NOISE: Equivalent noise at unipolar output when referred to the input is less than 7 μV rms with maximum amplifier gain and FIRST DIFF and INTEG on 1 μsec pulse shaping.

OVERLOAD PERFORMANCE: Amplifier recovers from a 300 X overload to less than 2 % of rated output voltage within 4 μsec when used with maximum gain in the double delay line shaping mode. The overload factor is approximately 100 X when used with RC pulse shaping.

TEMPERATURE STABILITY: Gain shift is less than 0.015 %/^{o}C.

LINEARITY: The nonlinearity is less than 0.1 % from 200 mV to 10 V.

COUNTING RATE: The shift in gain as a function of counting rate is less than 0.2 % for 50 K cts/sec from a Cs^{137} source with a 60 keV threshold on the counting.

OPERATING TEMPERATURE: 0 to 50 ^{o}C

CONNECTORS: Input and Output signals - BNC (UG-1094A/U). Preamp Power - Amphenol 17-10090.

POWER REQUIRED: The 410 power supplied from ORTEC 401A/402A Power Supply via NIM Standard Module connector per TID-20893 (Rev.). + 24 V, 150 mA; - 24 V, 78 mA; + 12 V, - 5.6 mA; - 12 V, 18 mA.

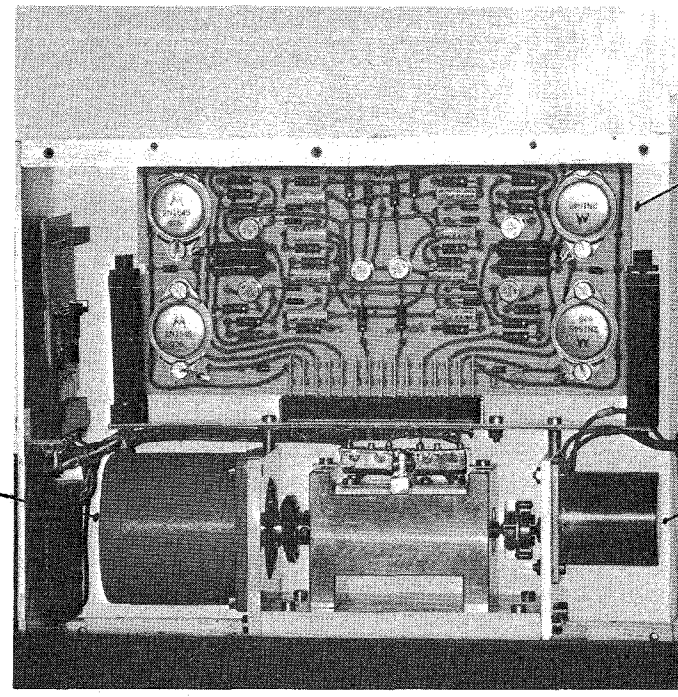


Bild 1 Motoreinschub

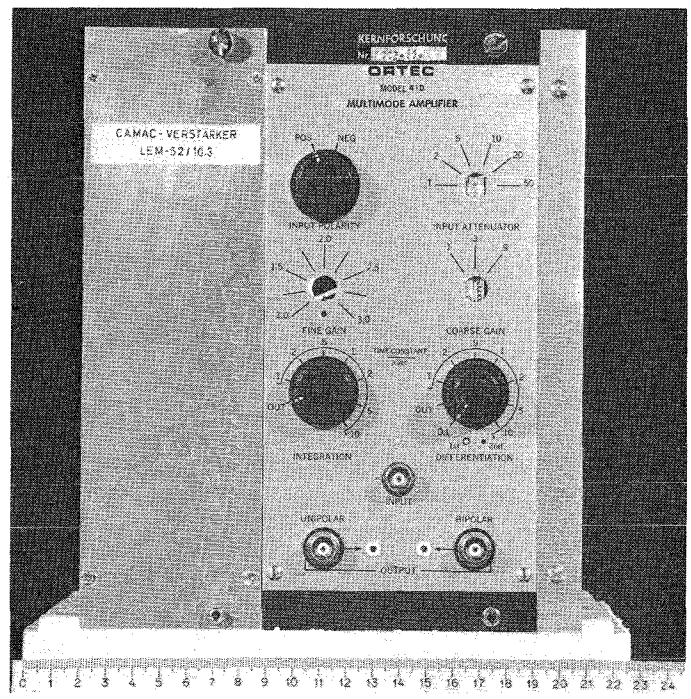
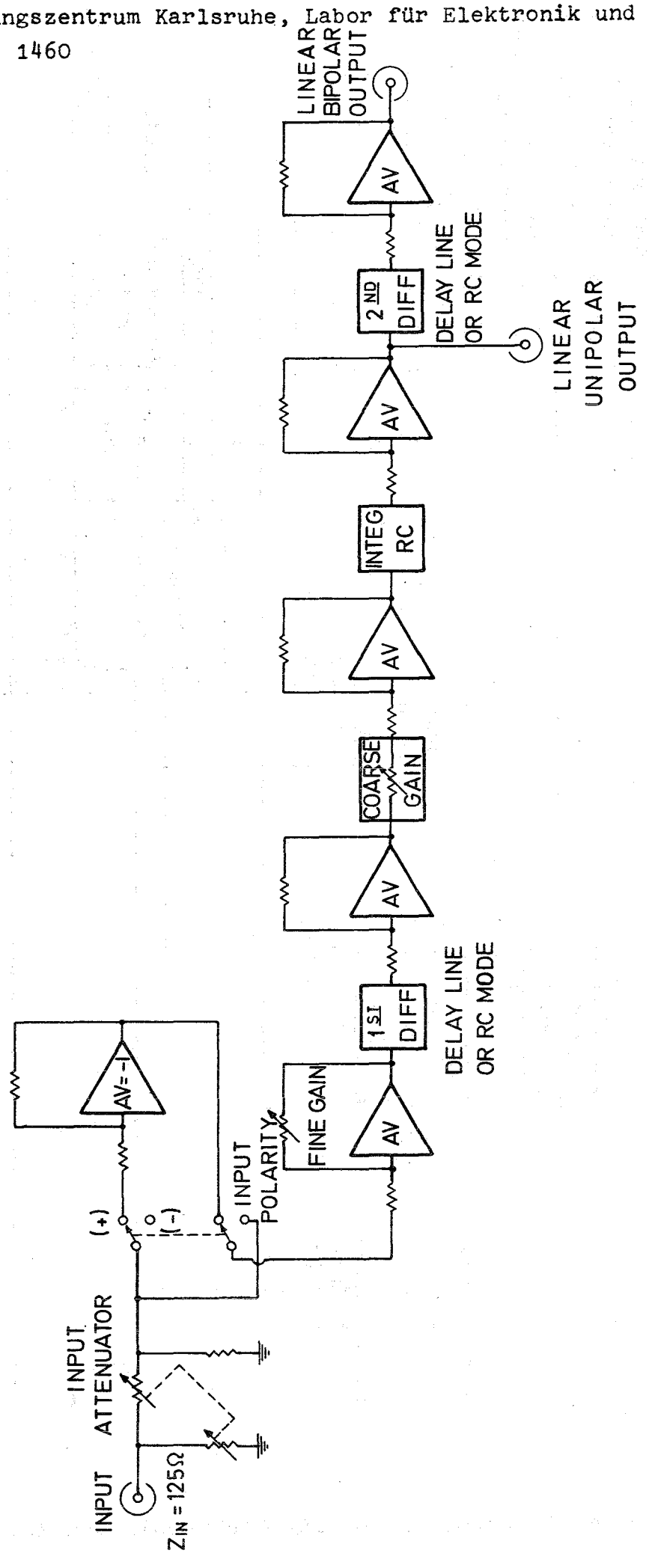
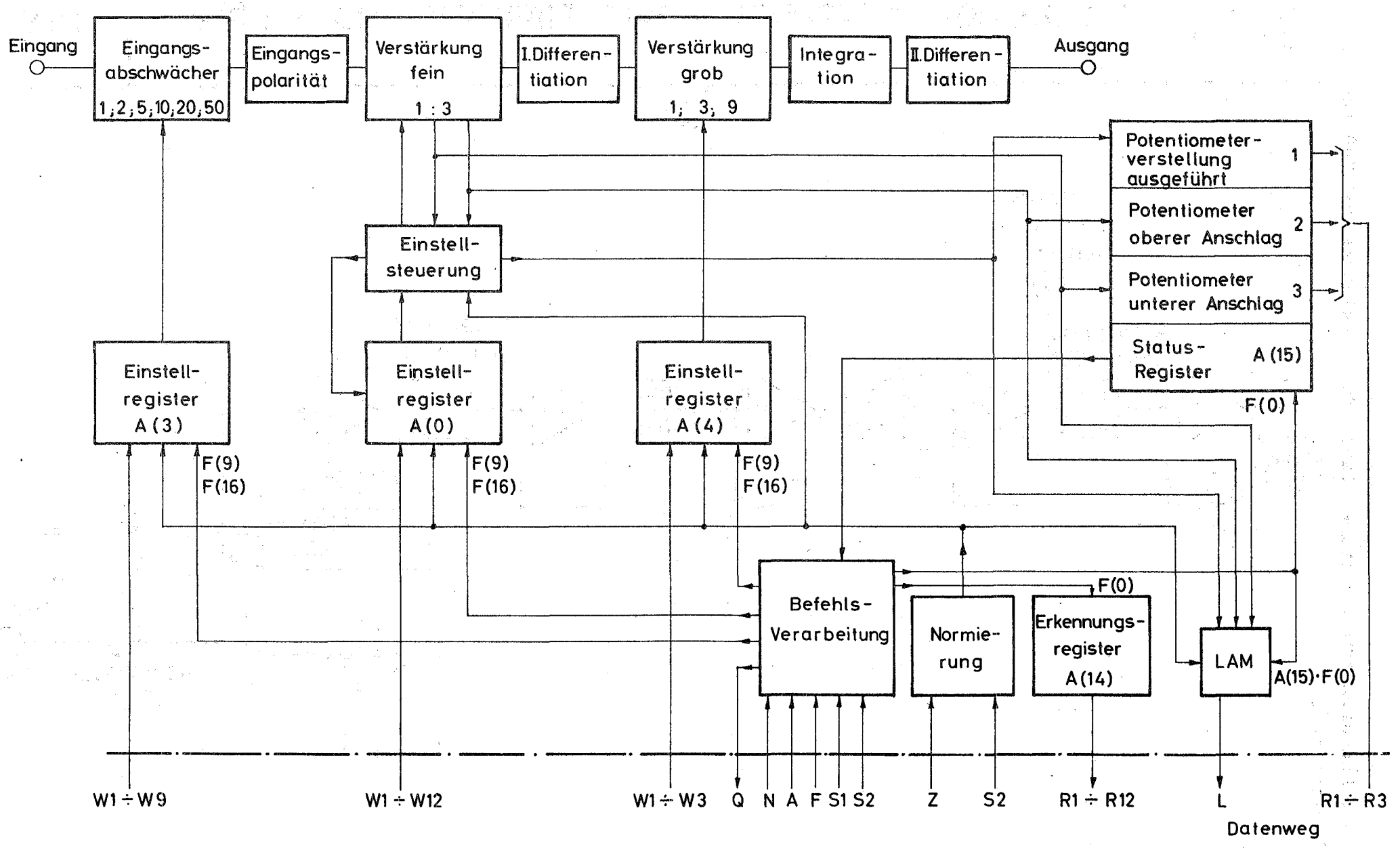


Bild 2 CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3.



GfK LEM

Fig.1 Blockschaltbild Linear-Verstärker ORTEC 410



472 | Fig. 2 Übersichtsblockschaltbild des CAMAC-Verstärkers LEM-52/10.3 | GfK LEM

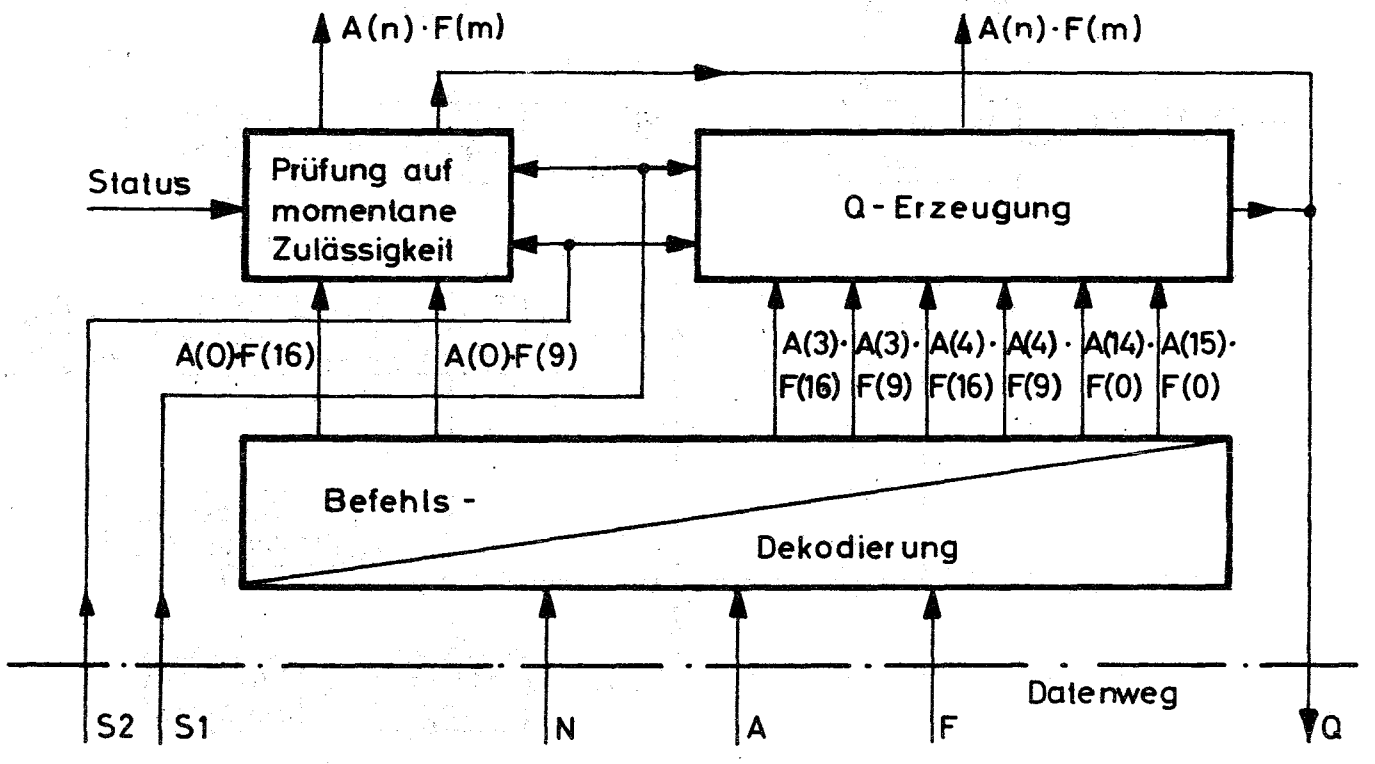
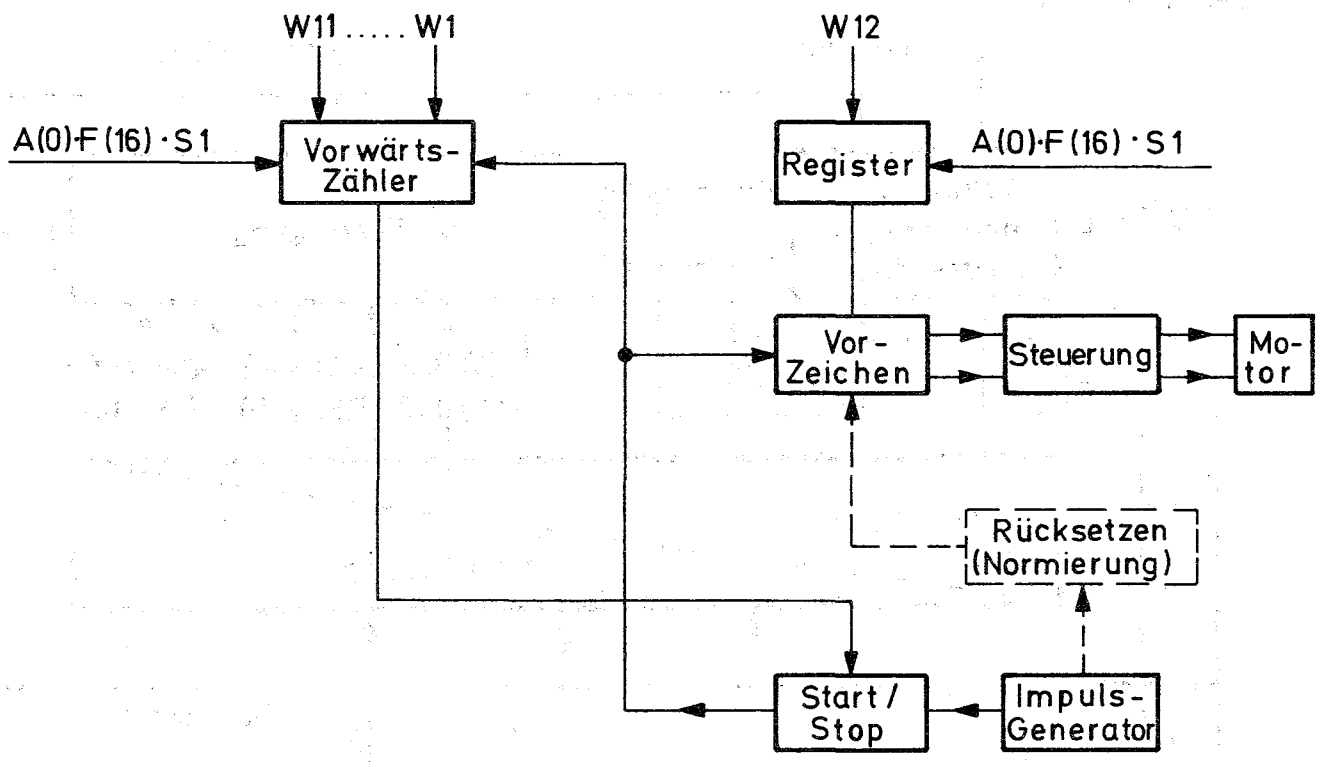
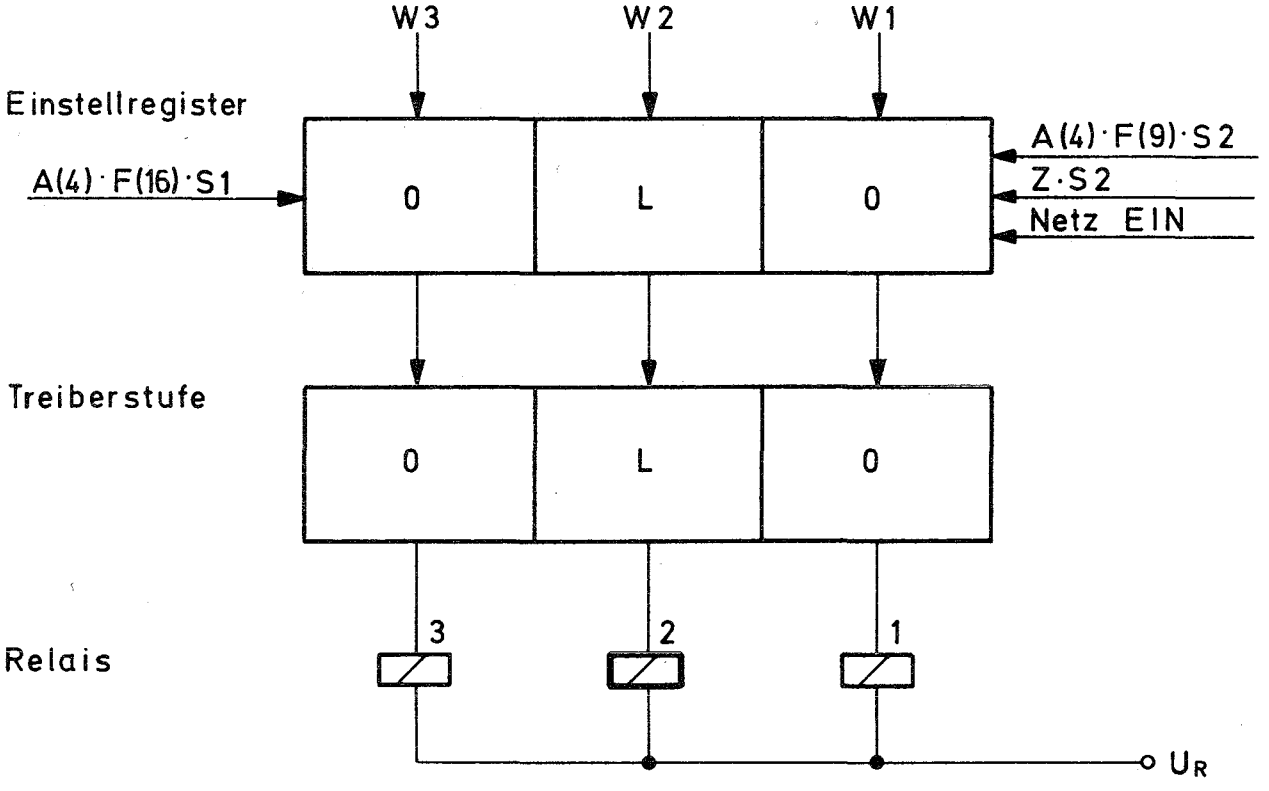


Fig. 3 Befehlsverarbeitung im CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3



365 Fig. 4 Prinzipschaltbild der Parametereinstellung „Verstärkung fein" im CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 GfK LEM



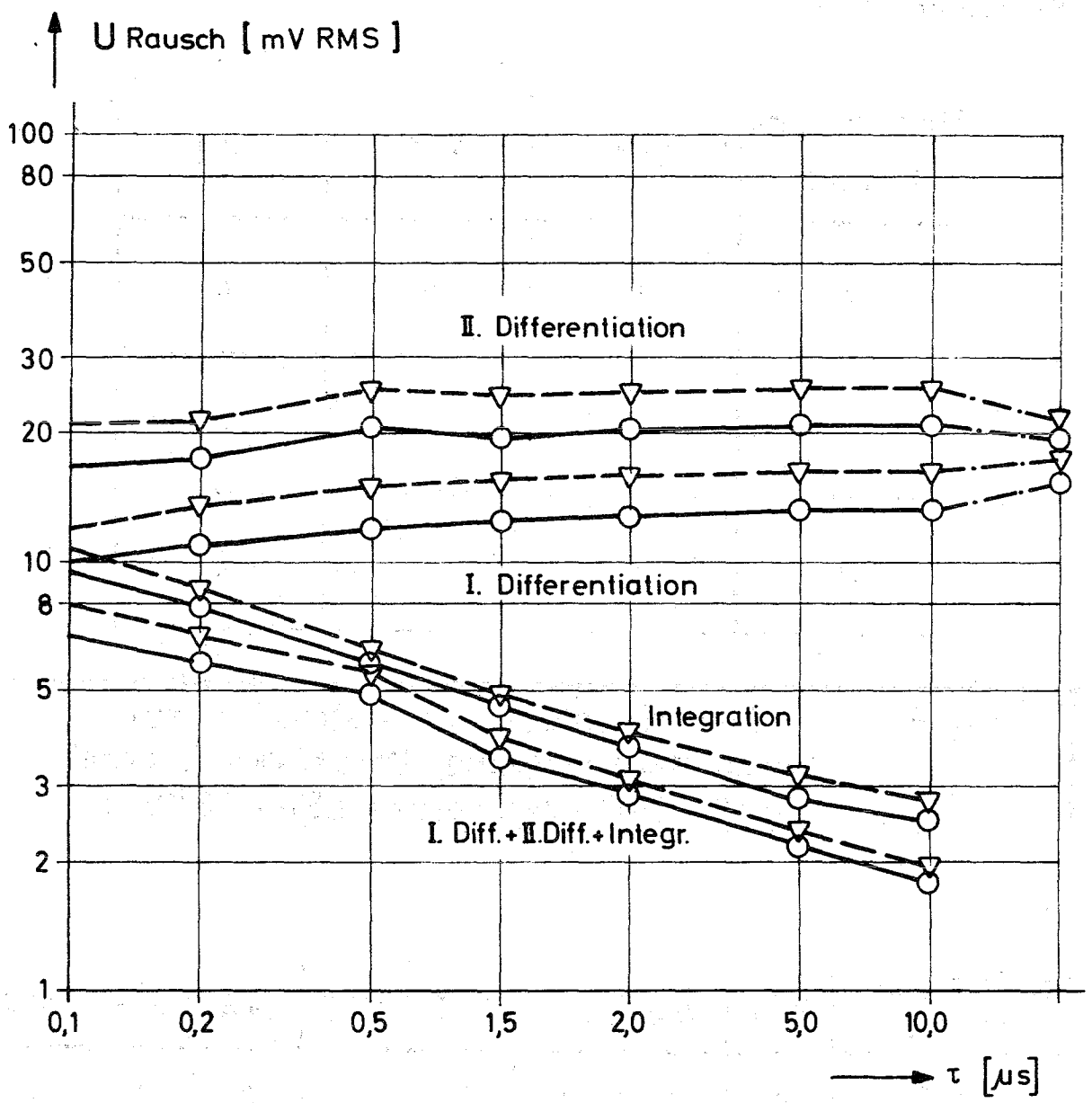
366 Fig. 5 Parametereinstellung „Verstärkung grob" im CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 GfK LEM

Verstärkungs-faktor	W3	W2	W1
1	L	0	0
3	0	L	0
9	0	0	L

367 Fig. 6 Einstellregister-Bit-Struktur für Parametereinstellung „Verstärkung grob" im CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 GfK LEM

Abschwächungs-faktor	W9	W8	W7	W6	W5	W4	W3	W2	W1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	L
2	0	0	L	0	0	0	0	L	0
5	0	L	0	0	0	0	L	0	0
10	L	0	0	0	0	L	0	0	0
20	L	0	0	0	L	0	0	0	0
50	L	0	0	L	0	0	0	0	0

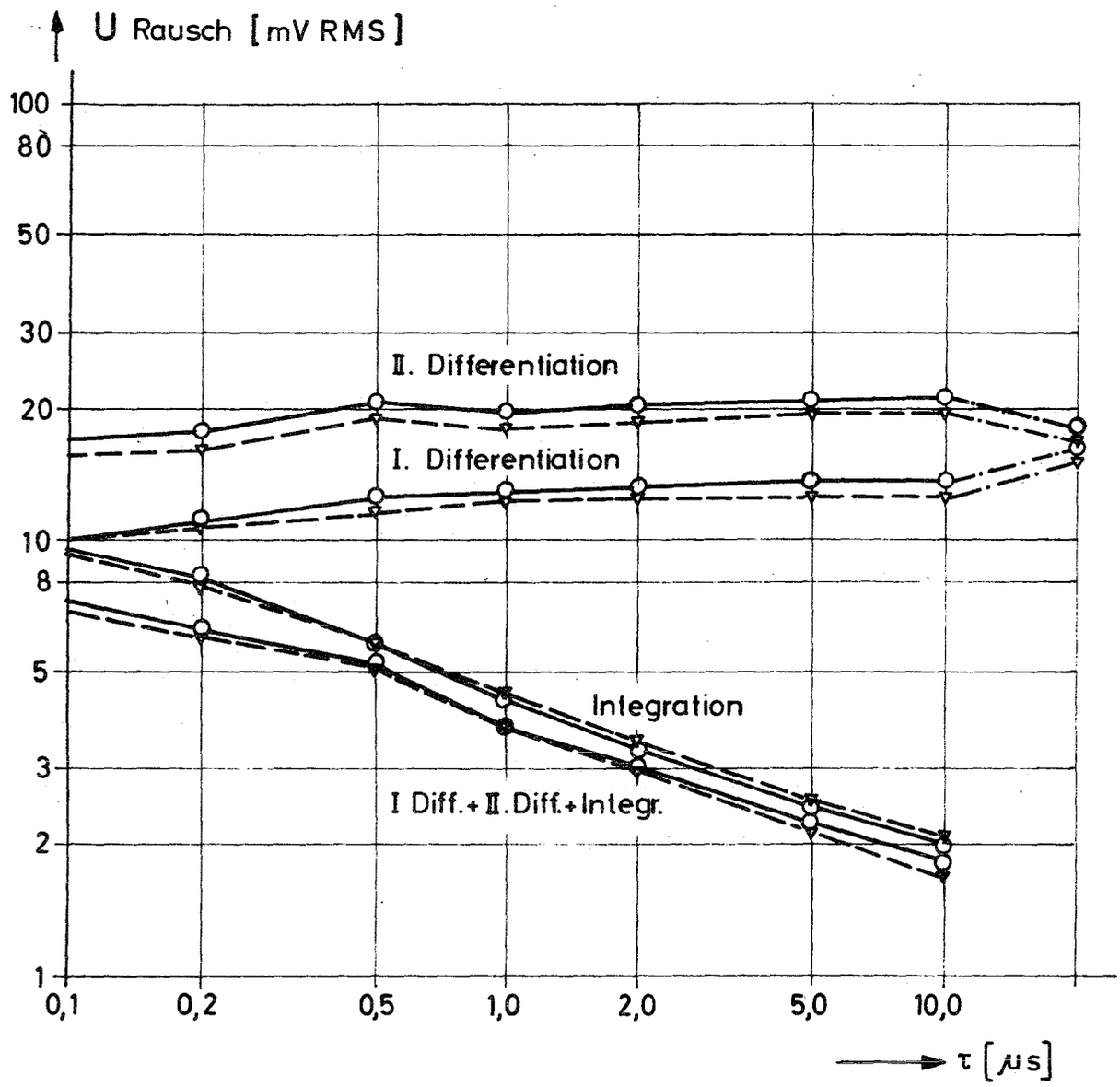
68 Fig. 7 Einstellregister-Bit-Struktur für Parametereinstellung „Eingangsabschwächer" im CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 GfK LEM



—▽— Verstärker 1 als ORTEC-Verstärker 410 mit 270° - Kohleschicht-Potentiometer

—○— Verstärker 1 als CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 mit 10-Gang-Servo-Potentiometer

Fig. 8 Rauschen der Verstärker 1 bei max. Verstärkung in Abhängigkeit der Zeitkonstanten-Einstellung



---▽--- Verstärker 2 als ORTEC-Verstärker 410 mit 10-Gang-Potentiometer

—○— Verstärker 2 als CAMAC-Verstärker LEM-52/10.3 mit 10-Gang-Servo-Potententiometer

370	Fig.9 Rauschen der Verstärker 2 bei max. Verstärkung in Abhängigkeit der Zeitkonstanten-Einstellung	GfK LEM