

S. GREINWALD, München

"Ein batteriebetriebenes Dreikomponenten-Oerstedtmeter"

Dienstag, den 14.9.1971

Von der Arbeitsgruppe Magnetotellurik des Instituts für angewandte Geophysik in München werden seit 1968 Fluxgate Magnetometer der Firma Förster (Reutlingen) zur Messung der Schwankungen des erdmagnetischen Feldes eingesetzt. Als Oerstedtmeter dienen bisher noch röhrenbestückte Geräte, die dementsprechend groß und wegen des hohen Energieverbrauchs auf Netzanschluß angewiesen sind. Die Stationen, an denen diese Geräte eingesetzt werden, liegen daher in bewohnten Gebieten. Hier jedoch treten regelmäßig Schwierigkeiten auf (verursacht durch vagabundierende technische Wechselströme) das erdelektrische Feld zu messen.

Aus diesem Grund wurde versucht, ein batteriebetriebenes Oerstedtmeter zu finden. Nun existiert seit 1 1/2 Jahren ein volltransistorisierter Nachfolgetyp des bisher verwendeten Oerstedtmeters, dessen Energieaufnahme einschließlich zweier Erdfeldkompensationseinschübe nur noch 8 Watt beträgt. Damit erscheint es möglich, ein Gerät zu bauen welches aus Batterien gespeist werden kann. Voraussetzung dazu ist, daß es gelingt alle drei Komponenten des erdmagnetischen Feldes mit Hilfe eines einzigen Oerstedtmeters durch ein Zeitmultiplex-Verfahren abzutasten. Über die Versuche ein solches Gerät zu bauen, möchte ich hier kurz berichten.

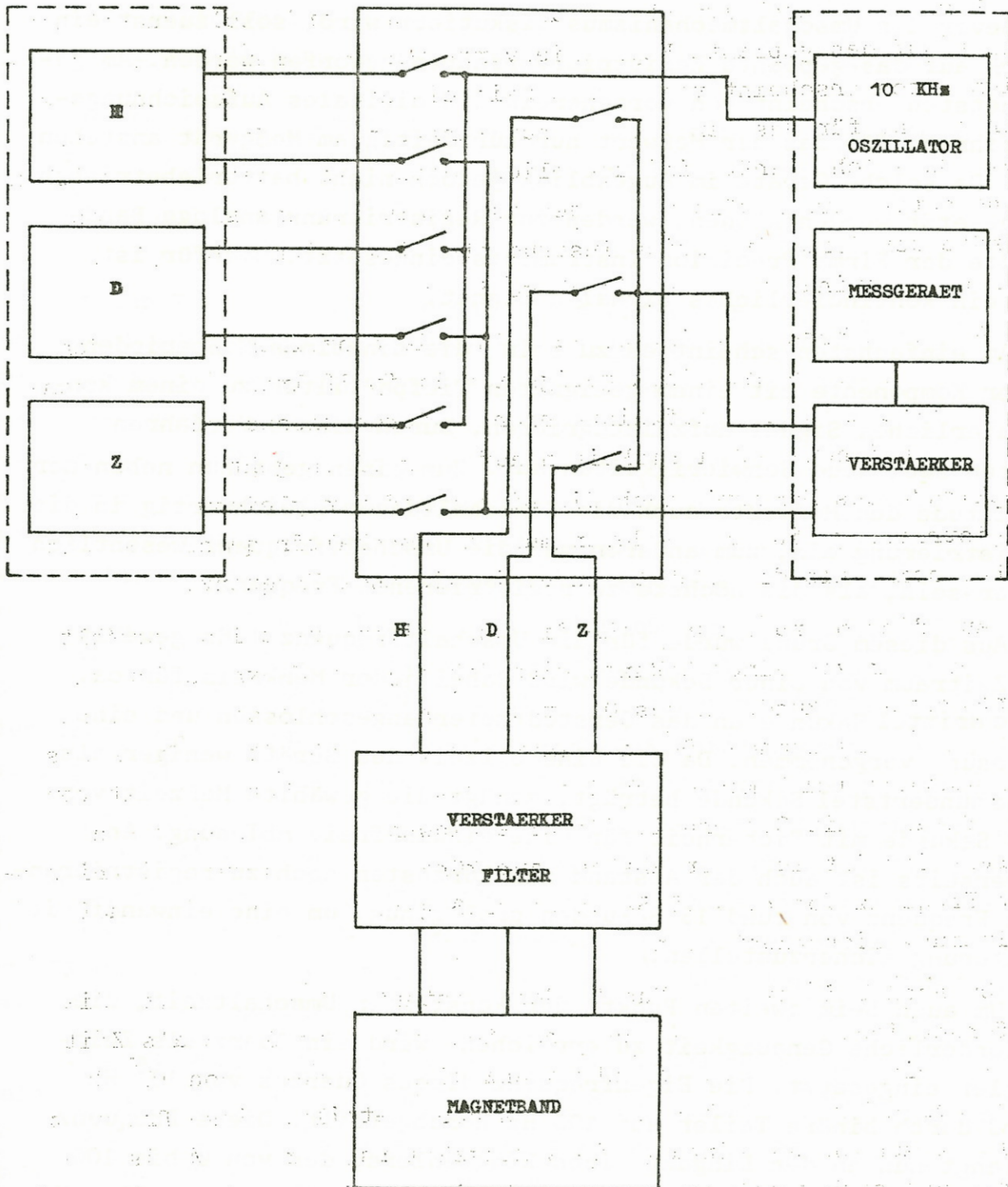
Für ein solches Gerät werden folgende Teile benötigt:

1. Eine Dreifachsonde Bs-xyz-4 mit Erdfeldkompensationswicklungen zur Messung der drei Komponenten des erdmagnetischen Feldes,
2. ein Oerstedtmeter als Meßgerät,
3. zwei Erdfeldkompensationseinschübe zur Kompensation der konstanten Anteile in H und Z,
4. eine Stromversorgung,
5. ein Registriergerät für die drei Komponenten.

SONDENTRIPEL

UMSCHALTER

OERSTEDMETER



BLOCKSCHALTBILD

SONDENTRIPEL
UMSCHALTER
OERSTEDMETER
REGISTRIEREINHEIT

Bevor der Umschaltmechanismus diskutiert wird, soll zuerst ein Blick auf das geplante Registrierverfahren geworfen werden. Am geeignetsten erscheint von vorneherein ein digitales Aufzeichnungsverfahren, für das der Meßwert nur kurzzeitig am Meßgerät anstehen muß. Da solche Geräte im Augenblick jedoch nicht batteriebetrieben eingesetzt werden können, werden zur Registrierung analoge Bandgeräte der Firma Precision Instruments eingesetzt. Hierfür ist nur ein kontinuierliches Signal geeignet.

Am einfachsten scheint es zu sein, die einzelnen Meßperioden jeder Komponente mit einem geeigneten Tiefpaßfilter zu einem kontinuierlichen Signal aufzuintegrieren. Durch dieses Verfahren treten zwei neue Schwierigkeiten auf. Zum einen geht nun neben der Amplitude des Meßwerts auch die Einschaltdauer gleichwertig in die Registrierung ein, zum anderen muß die Umschaltfrequenz wesentlich höher sein, als die höchste zu registrierende Frequenz.

Aus diesem Grund wurde für die Umschaltfrequenz 1 Hz gewählt. Im Zeitraum von einer Sekunde wird dabei jeder Meßkreis für ca. eine dritte Sekunde an das Oerstedtmeter angeschlossen und eine Ablesung vorgenommen. Da die Einstellzeit des Geräts weniger als eine hundertstel Sekunde beträgt, genügt die gewählte Meßzeit von $1/3$ Sekunde mit Sicherheit für eine einwandfreie Ablesung. Andererseits ist auch der Abstand zur kürzesten noch zu registrierenden Frequenz von rund 15 Sekunden groß genug, um eine einwandfreie Filterung sicherzustellen.

Um auch beim zweiten Punkt, der konstanten Umschaltzeit, die erforderliche Genauigkeit zu erreichen, wird ein Quarz als Zeitregler eingesetzt. Die Eigenfrequenz dieses Quarzes von 10^5 Hz wird durch binäre Teiler auf 100 Hz herabgeteilt. Diese Frequenz gelangt nun an den Eingang eines Ringzählers, der von 0 bis 100 zählt und sich anschließend selbständig auf Null zurückstellt. Mit Hilfe dieses festprogrammierten Zeitglieds werden bei jedem Umlauf die einzelnen Teile der drei Komponenten an das Meßgerät gelegt. Hierbei müssen bei jedem Schaltzyklus folgende Teile umgeschaltet werden:

1. Der Oszillator für die Erregerfrequenz (10KHz),
2. der Empfänger für die Meßfrequenz (20 KHz),

3. die Ausgangsbüchsen für die niederfrequente Ausgangsspannung.

Diese Teile werden nun in folgender Reihenfolge an die drei Sonden (1 und 2) bzw. an die entsprechende Ausgangsbuchse gelegt:

Komponente	Erregerfrequenz	Meßfrequenz und Ausgang
H	1 - 34	3 - 32
D	33 - 67	35 - 65
Z	66 - 2	68 - 0

Die in der Tabelle aufgeführten Zahlen entsprechen jeweils den entsprechenden Zahlenstellungen des Ringzählers und damit definierten Zeitpunkten während eines Schaltzyklus. Dies bedeutet also, die Sonde der H-Komponente ist von Stellung 1 bis Stellung 34, also insgesamt 34 Hundertstel Sekunden an den Oszillator angeschlossen, die der D-Komponente dagegen von 33 bis 67 also insgesamt 35 Hundertstel Sekunden. Anschließend folgt die Z-Komponente von 66 bis 2. Zählt man die Einschaltzeiten der drei Sonden zusammen, so erhält man einen Wert von 106 Hundertstel Sekunden, mehr als für einen Durchlauf des Ringzählers zur Verfügung steht. Dieser scheinbare Widerspruch ergibt sich durch eine Überschneidung der drei Komponenten, um ein Leerlaufen des Oszillators in den Umschaltphasen zu verhindern. Da durch diese Überschneidungen und zusätzlich durch das An- und Abschalten der Sondenstrom während der Schaltzeiten in unzulässiger Weise verändert wird, werden bei den Meßkreisen diese Zeiten ausgelassen. Der Meßwert der H-Komponente wird daher nur 30, der der D-Komponente 31 und der der Z-Komponente 33 Hundertstel Sekunden also insgesamt nur 94 Hundertstel Sekunden abgegriffen.

Alle hier genannten Umschaltungen werden mit Hilfe von Reedrelais durchgeführt. Diese werden mittels Flipflops (= FF) in der jeweils gewünschten Schaltstellung gehalten. Diese FF werden durch Impulse der Zählschaltung angesteuert.

Beim Einschalten der Energieversorgung können diese FF in zufallsbedingten Stellungen stehen, d.h. zwei Sonden können gleichzeitig an den Oszillator angeschlossen sein. Um dies zu verhindern bzw. auf einen kleinen Zeitraum zu beschränken, wird folgende Lösung angewandt:

Die Impulse der Zählschaltung werden nicht auf die normalen Eingänge der FF gelegt sondern gezielt auf die jeweiligen Stell- und Rückstelleingänge, die nur ein Umschalten in eine bestimmte Richtung erlauben. So gelangt der Impuls der Stellung 1 des Ringzählers, der die H-Sonde anschließt, nur auf den Stelleingang, der Impuls der Stellung 34 gezielt auf den Rückstelleingang. So gelingt es, die FF und damit die gekoppelten Relais spätestens nach einem Durchlauf des Zählzyklus, also nach einer Sekunde in die gewünschte Ordnung zu bringen. Sollte durch eine Störung im Verlauf der Messung einmal eine Änderung der Schaltfolge eintreten, so ist auch hier die zeitliche Ausdehnung auf eine Zählperiode beschränkt.

Das an den Ausgangsbuchsen für die einzelnen Komponenten anstehende Signal wird anschließend durch ein Tiefpaßfilter mit einer Bezugshfrequenz von ca. 10 sec aufintegriert, dabei gleichzeitig verstärkt und kann anschließend auf analoge Registriergeräte aufgezeichnet werden.

Durch das hier beschriebene Zeitmultiplexverfahren dürfte die Genauigkeit des Meßverfahrens kaum beeinträchtigt werden, da das Meßgerät selbst unverändert bleibt. Eindeutige Vorteile jedoch bringt das Verfahren im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten (netzunabhängig) und auf den Preis (ca. 15000 DM für eine Dreikomponentenstation).