

M. Beblo und St. Hofer:

Überlegungen und Versuche auf dem Weg

zum neuen "Münchner Elektrographen"

Seit dem Entwurf der "Münchner Elektrographen" in den frühen 70-er Jahren (Beblo 1971, 1972, Greinwald 1972) ist die Entwicklung der Elektronik mit rasanten Schritten vorangekommen. Aber auch der Übergang von analoger- zu digitaler Registriertechnik hat nichts am grundlegenden technologischen Konzept der Beobachtung der Variationen des erdelektrischen Feldes geändert.

Wesentliche Baugruppe der "alten" Elektrographen sind diskret aufgebaute Transistor-Chopper-Verstärker, deren technische Daten wie Rauschen, Linearität und Langzeitkonstanz auch heute noch aktuell sind. Geringe Nachteile der "alten" Verstärker liegen in heutiger Sicht im Eingangswiderstand, der Baugröße und dem Stromverbrauch.

Diese "Nachteile" wurden aber sehr bedeutsam, als wir uns 1984 mit den Möglichkeiten magnetotellurischer Messungen in der Antarktis befassten. Es war zu erwarten, daß die Messungen in der Antarktis nicht mit solchen "bei uns zu Hause" zu vergleichen sind. Zu den methodischen Problemen mußte auch das technologische Umfeld überarbeitet werden.

Die Meßapparatur sollte

- a) sparsam im Energieverbrauch
- b) klein und leicht, sowie einfach zu bedienen sein,
- c) der Elektrograph muß einen hohen Eingangswiderstand besitzen wegen der hohen elektrischen Widerstände von Eis und Schnee.

Leider konnten bis zum Polarsommer 1984/85 nicht mehr alle technologischen Probleme gelöst werden. Während der Expedition GANOVEX IV konnte aber gezeigt werden, daß die Methode der Magnetotellurik in der Antarktis erfolgreich eingesetzt werden kann (Liebig und Beblo 1986, Liebig 1986). Die hier gemachten "guten und schlechten" Erfahrungen sind bei der Entwicklung zum neuen "Münchner Elektrographen" wesentlich.

	neu	alt
a) Energiebedarf	12 V / 20 mA / 0.24 W	12 V / 150 mA / 1.8 W
b) Baugröße	1 Platine 100*160 mm	5 Platinen je 100*160 mm
c) Eingangswiderstand	10 ¹² Ohm	10 ⁸ Ohm

Wesentliche Neuerung am Elektrographen ist die Verwendung anderer Vorverstärker. Dies führte vor allem zur Reduzierung in Baugröße und Energiebedarf.

An Stelle der alten Chopper-Verstärker machen wir Versuche mit Instrumentenverstärkern hoher Qualität (Analog Devices AD 524, AD 624, Burr Brown INA 102) und testen Chopper-Verstärker neuer Technologie (Intersil ICL 7652).

Wie früher hat auch der neue Elektrograph Baugruppen zur Eichung der Gesamtapparatur sowie zur Kompensation von Sondenpotentialen. Neu ist die Gewinnung der hierzu notwendigen Spannungen aus hochpräzisen Spannungsreferenzdioden, welche aus langlebigen Lithium-Batterien gespeist werden.

Leider kann im neuen Elektrograph im Eingangskreis "eigentlich" kein passives Filter zur Unterdrückung der technischen Störströme schon vor dem Vorverstärker eingebaut werden, da der Leckwiderstand der notwendigen Kapazitäten kleiner oder gleich ist zum Eingangswiderstand der Vorverstärker. Dies kann in unseren Breiten zu Übersteuerung der Vorverstärker durch Störströme führen. Es dürfte daher ratsam sein, lieber den Eingangswiderstand etwas zu verringern (auf den Leckwiderstand der Kapazitäten) aber das Signal vorzufiltern. In der heute noch "noise-freien" Antarktis stellt sich das Problem nicht.

Die hohe Dynamik der digitalen Registrierung und die heute große Kapazität von Massenspeichern (Beblo und Liebig 1986) erlaubt es, auf variable Bandpassfilter zu verzichten. Je nach Kombination Elektrograph - Magnetometer werden die Filter fest verdrahtet:

- a) Elektrograph - Fluxgate-Magnetometer (Förster-Sonde)
Hochpass 3000 sec, Tiefpass 10 sec,
- b) Elektrograph - Induktionsspule
Hochpass 1000 sec, Tiefpass 3 sec.

Die beiden Meßkanäle (NS, EW) müssen vollständig entkoppelt sein. Dies erreicht man durch galvanische Trennung der Meßkreise. Hierzu benutzen wir Trennverstärker (Analog Decices AD 284), welche jeweils eine isolierte Stromversorgung für die Meßkreise erzeugen. Die Trennverstärker sind in ihrer Verstärkung einstellbar, sodaß der Aussteuerungsbereich jedes handelsüblichen Analog-Digital-Wandlers eingestellt werden kann.

Der Elektrograph ist in einem wasserdichten Gehäuse (IP 67) untergebracht. Die Stromversorgung erfolgt über 12 V Akkus, welche mit Solarmodulen geladen werden. Die Ausgangsleitungen sind gegen Überspannungen (Blitzschutz) geschützt.

Literatur:

- Beblo, M.: Ein neuer Elektrograph zur Registrierung der natürlichen Variationen des induzierten erdelektrischen Feldes. Dipl.Arbeit, Univ. München 1971
- Beblo, M.: Ein transportabler, netzunabhängiger Elektrograph für Dauerregistrierungen des induzierten erdelektrischen Feldes. Zeitschr. f. Geophysik, 38, 133-143, 1972
- Beblo, M., Liebig, V.: Datenerfassung mit CMOS-Halbleiterspeicher. In: Prot. Erdmag. Tiefenforschung, Köln, 1986
- Greinwald, S.: Ein Gerät zur Registrierung der Variationen des erdmagnetischen und erdelektrischen Feldes und die Bearbeitung der damit gewonnenen Meßwerte, demonstriert an zwei Stationen aus der Afarsenke. Diss., Univ. München, 1972
- Liebig, V.: Untersuchungen zur Durchführbarkeit magnetotellurischer Messungen in der Antarktis unter Benutzung mikroprozessorgesteuerter Datenerfassungssysteme. Diss. Univ. München, im Druck, 1986
- Liebig, V. und Beblo, M.: Magnetic and magnetotelluric measurements in North Victoria Land, Antarctica. In: Geologisches Jahrbuch B, im Druck, 1986

Technische Daten des Elektrographen

Schutzart/Gehäuse	IP 67 (schwallwasserdicht)
Schutzart/Stecker	IP 67
Überspannungsschutz	Überspannungsableiter für Stromversorgung und analoge Ausgänge
Temperaturbereich	-20 bis +80 Grad Celcius
Stromversorgung	12 V Gleichspannung (8 - 15,5 V) gepuffert durch Solarmodule
Stromverbrauch	20 mA
Analoge Meßkanäle	2, galvanisch getrennt
Kompensation	+/- 50 mV
Eichung	0.2 mV / 1 mV über alles
Eingangswiderstand	10^{12} Ohm
Verstärkung	variabel, je nach ADC
Bandpassfilter	HP 3000 sec, TP 10 sec (Förster-Sonde) HP 1000 sec, TP 3 sec (Induktionsspule)

Blockschaltbild des Elektrographen

