

E. STEVELING, M. LEVEN

## Ein Datenlogger für niederfrequente geophysikalische Messungen

### Konzeption

Im Institut für Geophysik der Universität Göttingen wird ein Datenlogger entwickelt, der in erster Linie für magnetotellurische Messungen eingesetzt werden soll, aber auch zur Aufzeichnung anderer niederfrequenter Signale unter Geländebedingungen geeignet sein wird. Das Gerät soll folgenden Anforderungen genügen:

Zuverlässigkeit unter Geländebedingungen  
Bedienungsfreundlichkeit  
geringer Leistungsbedarf  
Datenspeicher ohne mechanische Laufwerke  
niedriger Preis

### Technische Daten

(siehe Blockschaltbild)

Anzahl Kanäle: 8x analog,  $\pm 5V$

zusätzliche Kanäle für Temperatur und Akku-Spannung

Analog/Digital-Wandler: 8x 16 bit ADC

Mikrorechner: (CMOS) Z80-CPU, 32 kByte RAM, 32 kByte EPROM,  
CTC, SIO

Frequenzbereich: DC - 10 Hz

Taktrate: 128 Hz - 1 Stunde

Speicher: 2 MByte CMOS-RAM als Wechselspeicher

Registrierdauer: (Beispiele)

36 Stunden für Takt 1s und 8 Kanäle

72 Tage für Takt 30s und 5 Kanäle

Uhr: TCXO-Ansteuerung,  $\pm 1$  ppm

Eingabe: HEX-Tastatur mit Doppelfunktion

Anzeige: LC-Display mit 16 Zeilen und 20 Zeichen/Zeile

Bedienungsführung über Menues

Interface: PC-Adapter zum Auslesen des RAM-Speichers,  
zusätzlich RS232-Schnittstelle

**Mechanischer Aufbau:** Europakarten in spritzwassergeschütztem Gehäuse

**Stromversorgung:** 12 V Akku, 1.5-2.5 W

### Mikrorechner

Ein Z80-CMOS Mikroprozessorsystem mit einer 4 MHz Z84C00-CPU übernimmt die Ablaufsteuerung des Datenloggers. Der mit einem Assembler generierte Code ist in einem 32 kB-EPROM gespeichert. Als Arbeitsspeicher dient ein nichtflüchtiges 32 kB-RAM. Eine Z84C30-CTC wird als Interrupt-Controller und Taktgeber eingesetzt, und die serielle Datenübertragung erleichtert eine Z84C40-SIO. Die Übertragungsrates der RS232-Schnittstelle beträgt 9600 Baud.

### Analog/Digital-Wandler

Wegen seiner entscheidenden Bedeutung für die Datenerfassung wurde diese Baugruppe besonders sorgfältig konzipiert. Um echte 16 bit Auflösung ohne Linearitätsfehler und ohne 'Missing Codes' zu erreichen, hat jeder Kanal einen eigenen Meßwandler CS5501. Damit sind Sample/Hold-Bausteine und Multiplexer überflüssig, und die 8 Kanäle werden absolut gleichzeitig digitalisiert. Die Daten werden intern im Wandler digital 6-polig mit einer Eckfrequenz bei 10 Hz tiefpaßgefiltert. Dadurch wird eine sehr gute Störfrequenzunterdrückung erreicht. Eine automatische Kalibrierfunktion sorgt für eine zuverlässige Einhaltung des Skalenfaktors. Die digitalisierten Werte eines Datensatzes (8 Kanäle) werden vor dem Zugriff durch den Mikroprozessor in schnellen Schieberegistern zwischengespeichert.

### Uhr

Um problemlos an verschiedenen Orten simultan mit mehreren Datenloggern messen zu können, werden auch an die eingebaute Uhr erhöhte Anforderungen gestellt. Der Uhrenbaustein ICM7170 liefert als Zeitinformation Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunde. Anstelle des im Uhren-IC eingebauten einfachen Oszillators wird ein TCXO mit einer Genauigkeit von 1 ppm im Temperaturbereich von 25<sup>0</sup>C bis +75<sup>0</sup>C eingesetzt. Der Ablauf der

Digitalisierung ist mit der Uhr synchronisiert. Die Zeitinformation wird ständig auf dem Display angezeigt. Die Uhr kann mit einem externen Impuls oder mit einer externen DCF-Uhr über die serielle Schnittstelle synchronisiert werden. Zusätzlich ist eine manuelle Korrektur über Tastatur und Display möglich. Die Abweichung der Uhrensekunde von einem externen Sekundenimpuls wird in ms angezeigt.

### Stromversorgung

Da der Datenlogger im Gelände aus 12V-Akkumulatoren versorgt und für Langzeitmessungen eingesetzt werden soll, wurde im Schaltungsentwurf konsequent auf niedrige Leistungsaufnahme geachtet.

Für die intern benötigten 4 stabilisierten Spannungen wurden beim augenblicklichen Entwicklungsstand des Systems folgende Ströme gemessen:

+5 V, 96 mA      -5 V, 28 mA      +12 V, 14 mA      -12 V, 8 mA

Dies entspricht einer Leistungsaufnahme von nur 0.9 W. Diese Leistung ist als unterste Grenze zu betrachten. Gegenwärtig werden die 4 Spannungen mit 3 kommerziellen DC/DC-Wandlern aus einer 12V - Akkuversorgung erzeugt. Die Stromaufnahme aus dem Akku beträgt 220 mA, also etwa 2.65 W. Mit Hilfe eines speziell entwickelten DC/DC-Wandlers glauben wir die Leistungsaufnahme auf ca. 1.5 W senken zu können. Über einen Ausgangsstecker stehen die 4 stabilisierten Spannungen extern für den Anschluß von Verstärkern zur Meßwerterfassung zur Verfügung.

### Datenspeicher

Nach unseren im Gelände erlangten Erfahrungen sollte ein Datenlogger für Langzeitmessungen möglichst nicht Datenspeicher mit rotierender Mechanik enthalten. Dementsprechend verfügt der neue Logger über CMOS-RAMs, also Halbleiterspeicher. In der gegenwärtigen Ausbaustufe beträgt die Kapazität 2 KByte, ein

Ausbau auf 4 MByte ist denkbar. Die Speicherkarte ist in eine separate Wechselbox mit Batteriepufferung eingebaut.

In der Regel werden die Daten parallel über eine spezielle Schnittstellenkarte in einen Laptop eingelesen. Dazu wird die Wechselbox aus dem Datenlogger herausgezogen und an das Interface zum Laptop angeschlossen. Der Laptop benötigt für die Schnittstellenkarte einen freien Steckplatz.

Zusätzlich ist es möglich, die Daten, allerdings wesentlich langsamer, über die serielle Schnittstelle mit 9600 Baud auszu-lesen. Sobald die jetzt auf den Markt drängenden 'Memory Cards' auch unter Geländebedingungen einsatzfähig sind, ist geplant, die Wechselbox durch diese kleinen Karten zu ersetzen.

### Mechanischer Aufbau

Die elektronischen Bauteile sind auf 7 Europakarten der Größe  $100 \times 160 \text{ mm}^2$  montiert. Diese Karten werden über VG-Stecker in eine gemeinsame Rückwand mit überwiegend ECB-Bus Belegung eingesteckt. Dieser Kartenblock befindet sich in einem allseitig geschlossenen Steckblock der Größe  $230 \times 128 \times 250 \text{ mm}^3$  (BxHxT), der wiederum in einen 19"-Einschub mit 3 HE paßt. Im Einschub ist dann neben dem Steckblock noch etwas freier Platz für externe Verstärkereinschübe vorhanden.

Bedienungselemente, wie Tastatur, Schlüsselschalter, serielle Schnittstelle und LC-Display befinden sich auf der Frontplatte. Die Meßsignale werden über BNC-Buchsen rückseitig angeschlossen, ebenso der Akkumulator für die Stromversorgung. Das Gehäuse ist spritzwasserdicht. Der separate Datenspeicher ist im 19"-Einschub neben diesem Block angeordnet und rückseitig über ein Bandkabel mit diesem verbunden.

### Bedienung

Zur Arbeitserleichterung soll der Datenlogger im Gelände eigenständig messen und auch für eine Messung vorbereitet werden können. So kann zur Initialisierung zwar ein externer Rechner

an die serielle Schnittstelle angeschlossen werden, doch ist dies keinesfalls die Regel, oder gar erforderlich!

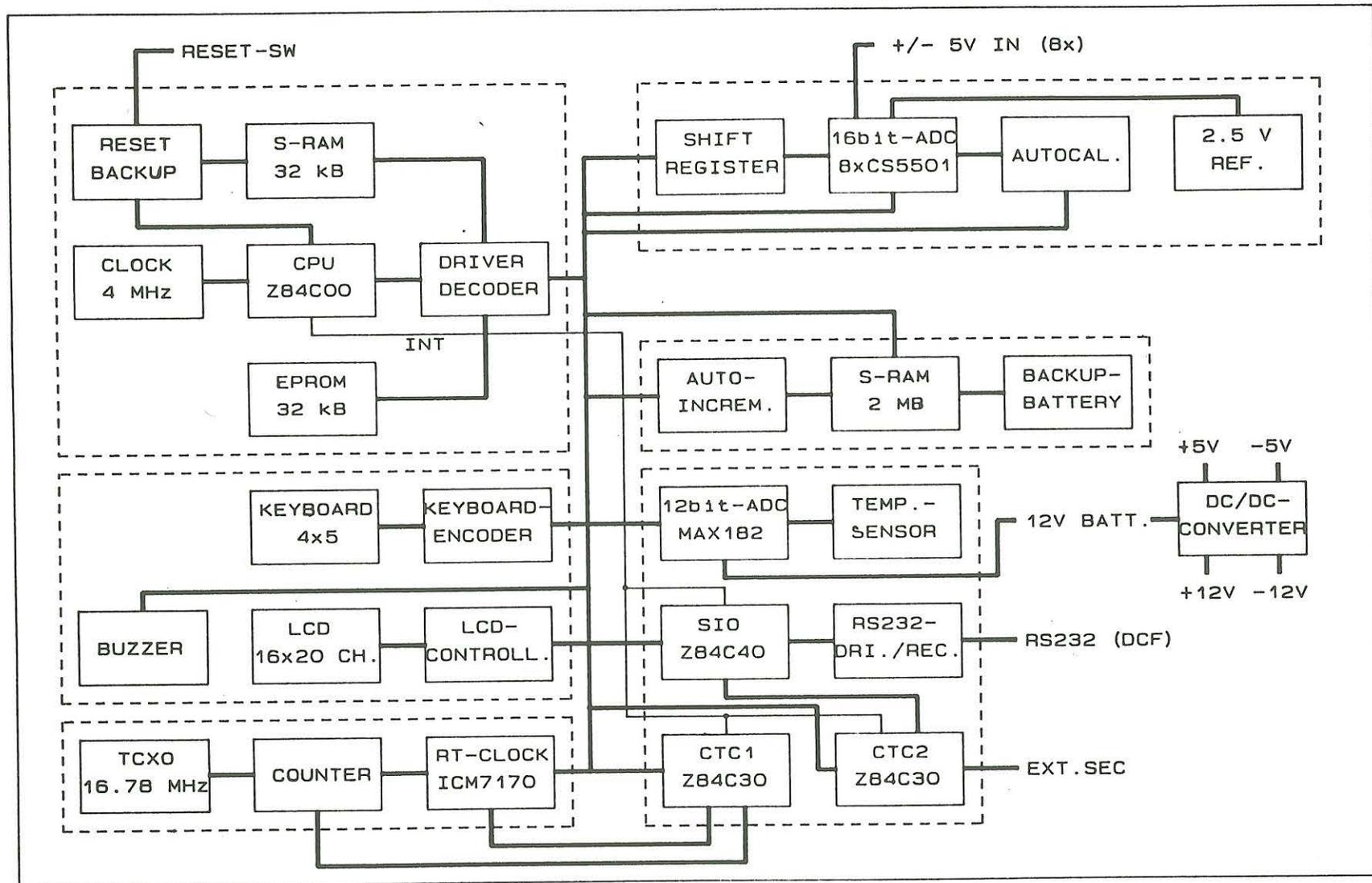
Die Einstellung von Geräteparametern erfolgt über eine Tastatur mit einem Ziffernblock und den Buchstaben A-F, also eine HEX-Tastatur. Eine zusätzliche CTRL-Taste ermöglicht Doppelfunktionen der Tastatur. Auf der Tastatur fehlende Buchstaben und die wichtigsten Sonderzeichen sind über 'Rollen' auf dem Display einstellbar. Relativ komfortable Menues erleichtern die erforderlichen Einstellungen und geben Hinweise zum Betriebszustand, z.B.:

- Aussteuerung der 8 Kanäle
- Kanalparameter (Bezeichnung, Skalierung)
- Stationskennung
- Datum und Uhrzeit (interne Uhr)
- Datum und Uhrzeit (externe DCF-Uhr)
- Zähler für die aufgezeichnete Datenmenge
- Datentransfer über die serielle Schnittstelle
- Akkumulator-Spannung und Temperatur

Auf dem LC-Display sind Zeichen in 16 Zeilen mit je 20 Spalten darstellbar. Die im Prinzip vorhandene Grafikfähigkeit des Displays wird bisher noch nicht genutzt.

### Stand der Entwicklung

Ein arbeitsfähiger Prototyp existiert bereits. Seine Entwicklung erfolgte rechnergestützt mit ORCAD-SDT und ORCAD-PCB. Dadurch liegen die Layouts auf Disketten vor, und eine kommerzielle Fertigung der Leerplatten ist möglich und vorgesehen. Die Platinen des Prototyps wurden auf einem Fräsbohrplotter hergestellt. Zunächst werden voraussichtlich etwa 10 Datenlogger gefertigt. Der vorgestellte Prototyp ist noch nicht vollständig ausgebaut. So sind z.B. höhere Taktraten als 1 Hz bisher nur vorbereitet, und die Steuersoftware befindet sich in einer ständigen Weiterentwicklung. Eine Zusammenarbeit mit anderen Instituten ist erwünscht.



Blockschaltbild des Datenloggers