

Kombiniertes E/H-Feld-Meßgerät EHM 98 Teil 2

Nach den Grundlagen und der Beschreibung des Blockschaltbildes stellen wir im zweiten Teil des Artikels die komplette Schaltung dieses komfortablen E- und H-Feld-Meßgerätes vor.

Schaltung

Die gesamte Schaltung des E- und H-Feld-Meßgerätes EHM 98 ist etwas komplexer. Zur besseren Übersicht haben wir daher eine Aufteilung in 4 logisch zusammengehörende Teilschaltbilder vorgenommen. Als da sind:

1. E- und H-Feld-Sensor (Abbildung 2)
2. AD-Wandler (Abbildung 3)
3. Mikroprozessor und Digitalanzeige (Abbildung 4)
4. Spannungsversorgung (Abbildung 5)

Während die in Abbildung 3, 4 und 5 dargestellten Teilschaltbilder im Basisgerät enthalten sind, finden wir die Komponenten aus Abbildung 2 in der abgesetzten Sensoreinheit wieder, mit deren Beschreibung wir beginnen wollen.

E- und H-Feld-Sensoreinheit

Abbildung 2 zeigt die komplette Schaltung mit den dazugehörigen Vorverstärkern und Filtern.

Zur Messung der Wechselfelder werden zwei unterschiedliche Sensoren benötigt. Der Sensor für das elektrische Feld ist

durch zwei gleich große Leiterbahnflächen realisiert, die sich auf der doppelseitigen Platine gegenüberliegen. Dieser Plattenkondensator wirkt in einem elektrischen Feld wie eine Signalquelle mit unendlich hohem Innenwiderstand.

Der nachfolgende Differenzverstärker (IC 1 D) verhindert durch seine sehr große Gleichtaktunterdrückung den Einfluß von Störeinstrahlungen. Um den Eingangswiderstand zu erhöhen, sind dem Differenzverstärker zwei Spannungsfollower (IC 1 B und IC 1 C) vorgeschaltet. Die Gesamtbelastung für den Sensor beträgt 40 M Ω , bedingt durch die Widerstände R 1 bis R 4.

Der Aufnehmer für die magnetischen Felder wird von einer Luftspule LM gebildet. Mit den beiden CMOS-Schaltern IC 5 A und IC 5 B läßt sich die Spule elektrisch völlig von der Schaltung trennen, um eine Beeinflussung bei der E-Feld-Messung auszuschließen.

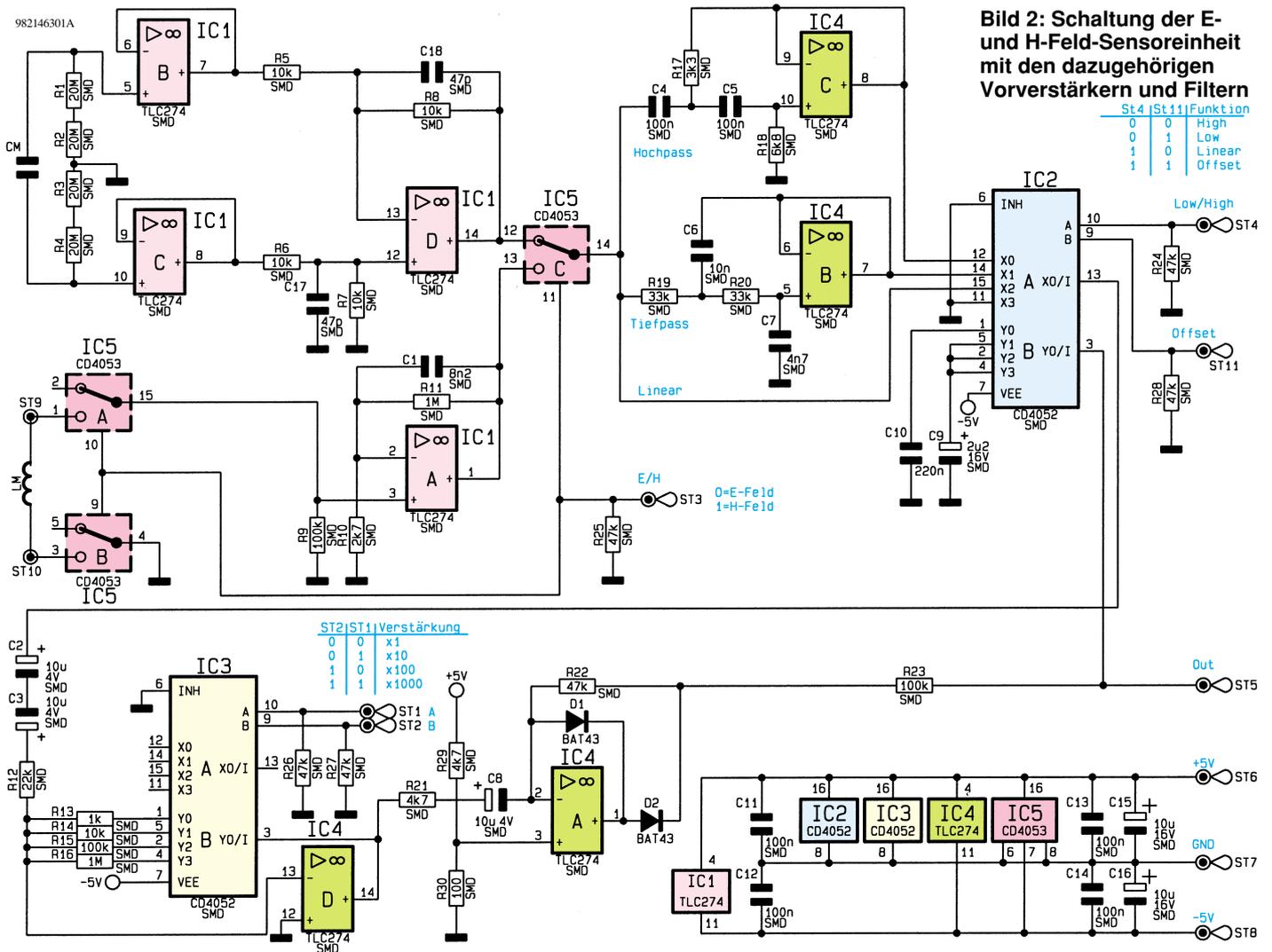
Die von L M kommende Wechselspannung wird mit dem Operationsverstärker IC 1 A, der als Tiefpaß geschaltet ist, verstärkt. Dies dient der Linearisierung des Frequenzgangs, da bei gleichbleibender Feldstärke in der Spule L M die induzierte Spannung mit zunehmender Frequenz ansteigt.

Mit dem Umschalter IC 5 C wird zwischen E- und H-Feld-Messung gewählt. Das Steuersignal kommt, wie auch alle anderen Steuerbefehle, vom Basisgerät und wird über ST 3 zugeführt.

Von IC 5 C gelangt das Signal zu einer Filterstufe, die aus einem Tiefpaß 2. Ordnung (IC 4 B) und einem Hochpaß 2. Ordnung (IC 4 C) besteht. Die Grenzfrequenz beider Filter liegt bei etwa 500 Hz. Der Multiplexer IC 2 A aktiviert die Filtereigenschaft (Tiefpaß, Hochpaß oder linear). Zusätzlich kann der Ausgang von IC 2 A auch für einen Offsetabgleich nach Masse geschaltet werden. Die Steuerung des Multiplexers IC 2 A erfolgt mit den Steuerleitungen ST 4 und ST 11 (siehe auch Tabelle im Schaltbild).

Der nachfolgende Verstärker IC 4 D ist mit Hilfe des Multiplexers IC 3 B in seiner Verstärkung umschaltbar, um so eine Meßbereichumschaltung zu ermöglichen. Mit den Steuerleitungen ST 1 und ST 2 wird der jeweilige Verstärkungsfaktor ausgewählt. Eine Tabelle im Schaltbild zeigt die Zuordnung zwischen den Logikzuständen an ST 1 und ST 2 und dem daraus resultierenden Verstärkungsfaktor.

Über R 21 gelangt die verstärkte Wechselspannung zu einem aktiven Gleichrichter, bestehend IC 4 A und den beiden Dioden D 1 und D 2. Neben der Gleichrichtung des Signals ergibt sich durch die Dimensionierung von R 21 und R 22 zusätzlich eine Verstärkung um den Faktor 10.



Mit dem Spannungsteiler R 29 und R 30 am nicht invertierenden Eingang (Pin 3) von IC 4 A stellt sich am Ausgang eine Offsetspannung von ca. 100 mV ein, die später durch den Offsetabgleich über den Mikroprozessor wieder herausgerechnet wird.

Der nachgeschaltete Tiefpaß, bestehend aus R 23 und C 9 bzw. C 10, unterdrückt alle Wechselspannungsanteile, so daß an ST 5 eine Gleichspannung zur Verfügung steht. Der Multiplexer IC 2 B ermöglicht die Umschaltung zwischen C 9 und C 10. Die Zeitkonstante läßt sich so in Abhängigkeit vom gewählten Filterbereich einstellen.

AD-Wandler

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild des Dual-Slope Analog-Digital-Wandlers. Die von der Sensoreinheit kommende Ausgangsspannung wird von dem Verstärker IC 10 A mit Zusatzbeschaltung um den Faktor -2 verstärkt und dann dem AD-Wandler zugeführt. Der AD-Wandler besteht aus dem Multiplexer IC 7, der die verschiedenen Betriebszustände schaltet, dem Integrator IC 9, C 28 und R 45 sowie dem Komparator IC 10 B.

Im Ruhezustand ist der Multiplexer auf Y0 geschaltet, so daß der Ausgang des

Komparators über den Widerstand R 13 mit dem Eingang des Integrators verbunden ist und dieser dadurch auf „Null“ gehalten wird.

Zu Beginn eines Meßzyklus schaltet der Prozessor den Multiplexer auf Y2 oder Y3 (schnelle Vormessung). Das Eingangssignal bewirkt nun über R 42 oder R 53 einen Stromfluß (Eingangssignal • Verstärkung / Widerstand), der im Integrator für eine konstante Zeit aufintegriert wird ($U_a = 1/C \cdot I \cdot \Delta t$). Nach Ablauf dieser Zeit wird der Multiplexer auf Y1 geschaltet, und der Integrator integriert mit dem Referenzstrom ($U_{ref}/R 44$) ab. Sobald der Integrator „Null“ erreicht hat, schaltet der Komparator

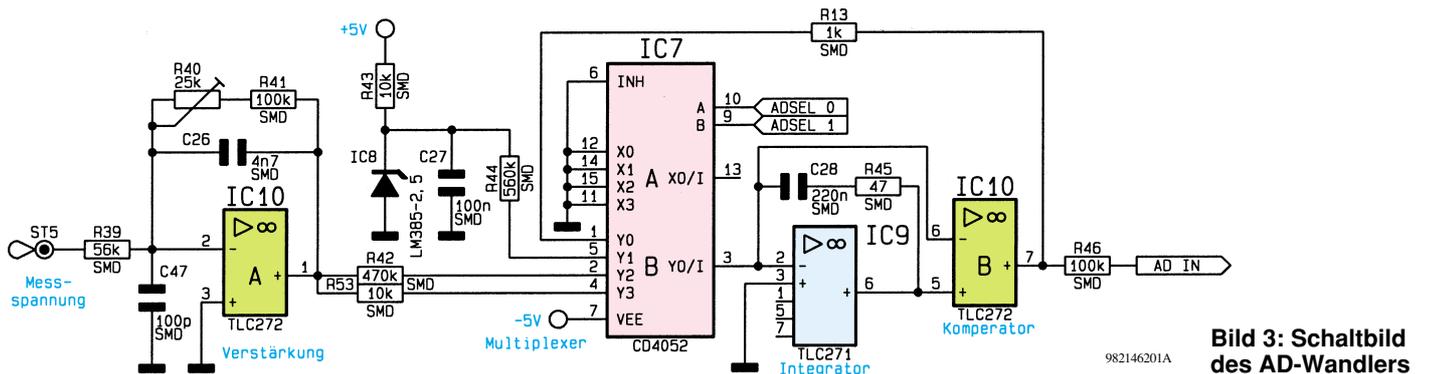
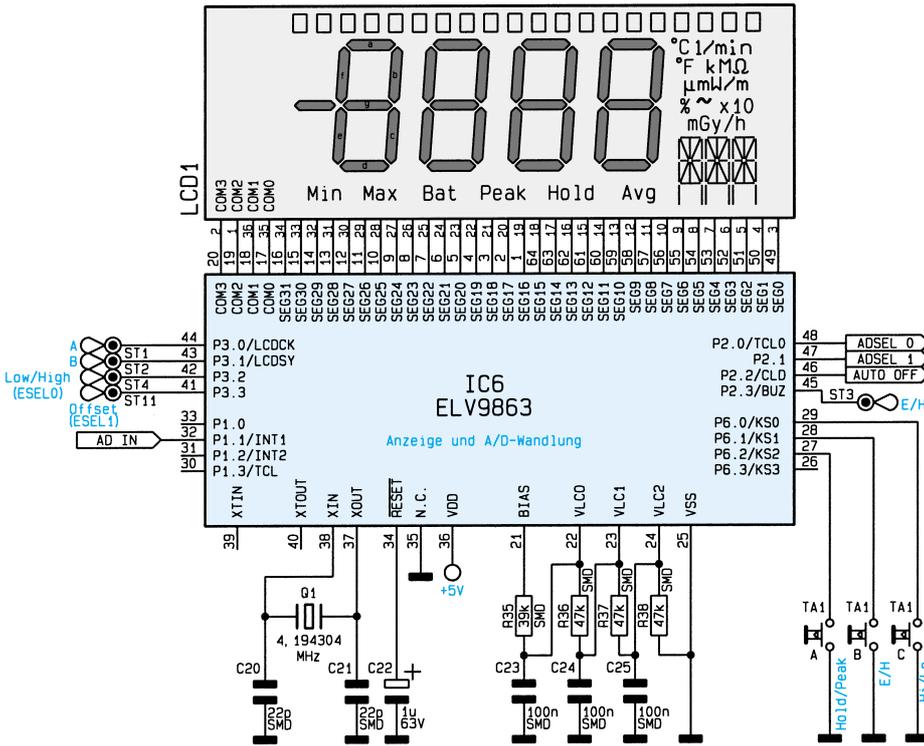


Bild 4: Schaltung der beiden Mikroprozessoren und der Digitalanzeige



5V-Versorgungsspannung übernimmt der Spannungsregler IC 12. Die 4 NAND-Gatter von IC 11 sind unter Einfügung einer Verpolungsschutzdiode (D 7) direkt an die 9V-Batteriespannung angeschlossen. Der Taster TA 1 D ist als Toggle-Taster geschaltet, so daß bei der Betätigung der Ausgangspegel von IC 11 B entsprechend wechselt, der über R 52 und T 4 den 5V-Spannungsregler aktiviert und gleichzeitig die Funktion des aus IC 11 C und D bestehenden Oszillators freigibt.

IC10 B um und teilt dieses dem Prozessor über P1.1 mit. Dieser kann nun aus der Zeit, die für das Abintegrieren erforderlich war, die gemessene Spannung errechnen.

$$\rightarrow \frac{U_m \cdot V \cdot t_m}{R_{42}} = \frac{U_r \cdot t_r}{R_{44}}$$

$$\rightarrow U_m = t_r \cdot \frac{U_r \cdot R_{42}}{t_m \cdot R_{44}}$$

Für mathematisch interessierte Leser hier die formelmäßige Betrachtung:

- U_a = Integrator-Ausgangsspannung
- U_m = Meßspannung
- U_r = Referenzspannung (IC 8)
- t_m = Aufintegrierzeit (100 ms)
- t_r = gemessene Abintegrierzeit

$$I_m = \frac{U_m \cdot V}{R_{42}} \quad I_r = \frac{U_r}{R_{44}}$$

$$U_a = \frac{1}{C} \cdot I_m \cdot t_m = \frac{1}{C} \cdot I_r \cdot t_r$$

Mikroprozessor und Digitalanzeige

Abbildung 4 zeigt die sehr übersichtliche Schaltung des Mikroprozessors und des LC-Displays. Sämtliche Steuerungen sowie die Bedienung werden von diesem Prozessor übernommen.

Spannungsversorgung

Abbildung 5 zeigt das Netzteil des E/H-Feld-Meßgerätes. Die Stabilisierung der

Der Oszillator generiert mit Hilfe der nachgeschalteten Bauteile die negative Hilfsspannung zur Versorgung der Operationsverstärker und der Sensorschaltung.

Zur automatischen Abschaltung dient der mit R 47, C 29 und T 1 aufgebaute Schaltungsteil, der direkt von IC 6 angesteuert wird. Mit einem High-Signal an Port P2.2 lädt sich C 29 auf, der wiederum über T 1 den Eingang von IC 11 A auf Low-Pegel setzt. Damit ist die Schaltungsbeschreibung dieses innovativen Meßgerätes abgeschlossen, und wir wenden uns im dritten und zugleich abschließenden Teil dieses Artikels dem Nachbau und der Inbetriebnahme zu.

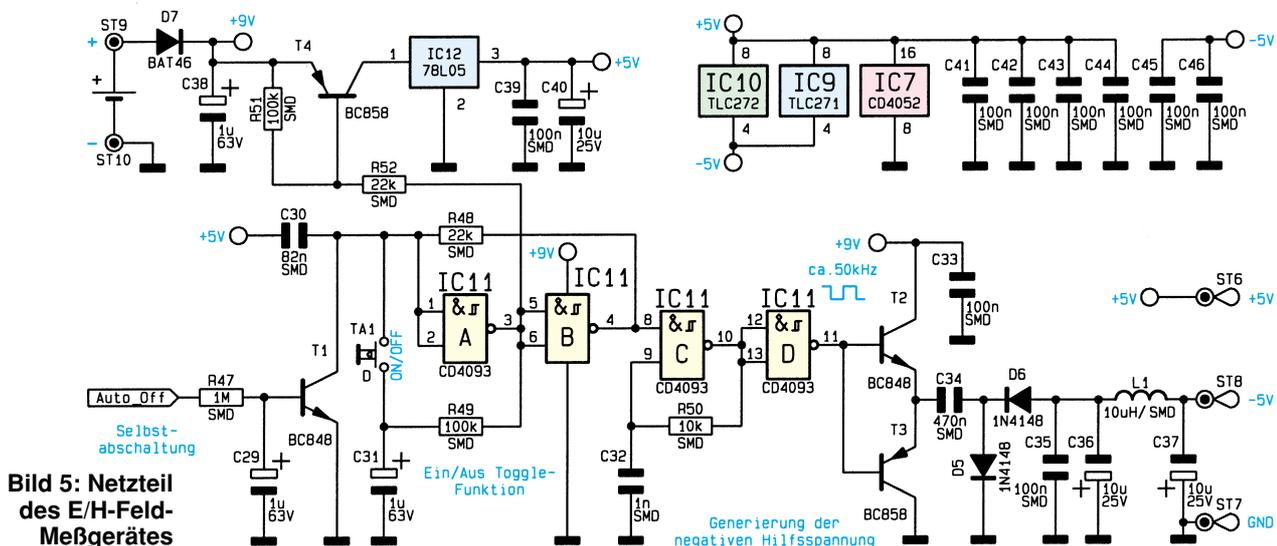


Bild 5: Netzteil des E/H-Feld-Meßgerätes