

Elko-Meßgerät

Zur Bestimmung großer Kapazitäten im Bereich von 0,2 µF bis 100.000 µF ist diese Schaltung konzipiert. In Verbindung mit einem Multimeter sind recht genaue Kapazitätsmessungen möglich.

Allgemeines

Haben Sie sich auch schon oft über den begrenzten Kapazitätsmeßbereich Ihres Multimeters geärgert, mit dem meist nur Messungen bis 20 µF möglich sind? Meßgeräte, die in der Lage sind, große Kapazitäten im Bereich bis zu 100.000 µF zu bestimmen, sind oft sehr kostspielig. Exakt hierfür eignet sich die hier vorgestellte preiswerte Schaltung.

Bedienung

Der gemessene Kapazitätswert ist auf der Skala des Gehäuses ablesbar und steht zusätzlich als Spannungswert zur Verfügung. Bei der Bestimmung einer unbekanntenen Kapazität geht man folgendermaßen vor:

- Anschluß des Elkos an die Federhaken (rot = Pluspol)

- Poti an den Rechtsanschlag bringen
- Drehschalter an den Linksanschlag drehen, die LED blinkt nicht
- Drehschalter im Uhrzeigersinn drehen, bis die LED blinkt
- Poti langsam aus dem Linksanschlag herausdrehen, bis die LED gerade nicht mehr blinkt
- den Skalenwert ablesen oder als Spannung mit Multimeter abgreifen und mit dem Faktor des Drehschalters multiplizieren

Funktion

Das Funktionsprinzip ist schnell erklärt: Der Kondensator wird mit konstantem Strom aufgeladen, was einen linearen Anstieg der Spannung zur Folge hat.

Der mathematische Zusammenhang wird durch folgende Formeln wiedergegeben:

$$(1) C = \frac{Q}{U}$$

mit C = Kapazität, Q = Ladung und U = Spannung

$$(2) Q = I \cdot T$$

mit I = Ladestrom und T = Ladezeit

Durch Einsetzen von Formel (2) in Formel (1) ergibt sich die Bestimmungsgleichung für die Kapazität:

$$C = \frac{I \cdot T}{U}$$

In der Schaltung werden die Parameter T zu 0,8 s und U zu 2 V festgelegt, so daß sich eine Proportionalität zwischen C und I ergibt:

$$C \sim I$$

In Abbildung 1 ist der Spannungsverlauf am Kondensator dargestellt. Der Ladestrom wird so eingestellt, daß sich nach 0,8s Ladezeit eine Spannung von genau 2V ergibt. Die einstellbare Stromquelle ist mit einer Skala versehen, wodurch aufgrund der Proportionalität zwischen Ladestrom und Kapazität der Kapazitätswert leicht bestimmbar ist.

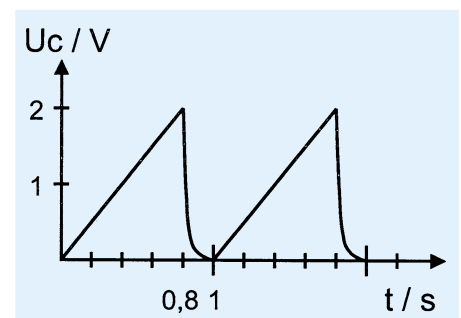


Bild 1:
Spannungsverlauf am Elko

Abbildung 2 zeigt das Blockschaltbild: Der Oszillator (1) erzeugt eine Frequenz von 10 Hz. Ein nachgeschalteter Teiler (2) legt das Timing der Schaltung fest: Zunächst erfolgt für 0,2 s eine Entladung durch Schließen des Schalters (3). Anschließend folgt die Ladung mit konstantem Strom, wobei der Ladestrom so gewählt wird, daß nach 0,8 s eine Spannung von 2 V erreicht wird. Die Einstellung des Ladestroms ermöglicht der Komparator (5). Sobald der Komparator kippt, hat die Spannung am Kondensator 2 V überschritten, und die LED beginnt zu blinken. Die Stromquelle (4) wird so eingestellt, daß die LED gerade nicht aufleuchtet. Am Ausgang des Verstärkers (6) steht der Skalenwert in Form einer Spannung an, um genaue Meßwerte mit Hilfe eines Multimeters zu erreichen.

Damit ist das Funktionsprinzip der Schaltung erklärt, und wir wenden uns dem Schaltbild zu.

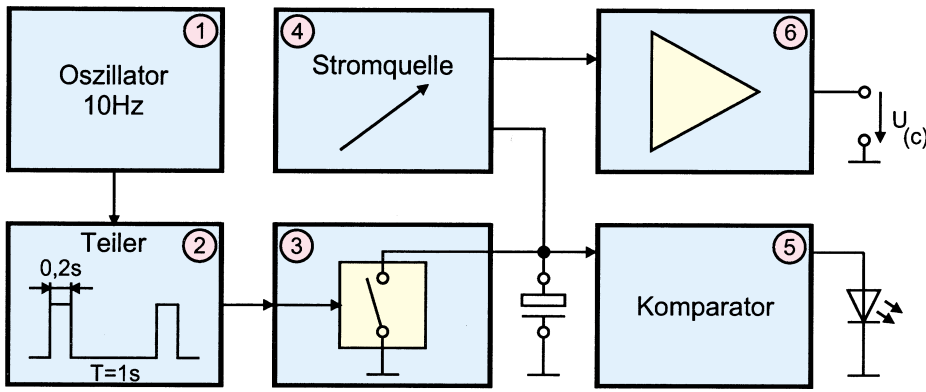


Bild 2: Blockschaltbild des Elko-Meßgerätes

Schaltung

Abbildung 3 zeigt das übersichtliche Schaltbild unseres Kapazitätsmessers. Die Spannungsversorgung erfolgt aus einer 9V-Blockbatterie. IC 1 stabilisiert die Betriebsspannung der Schaltung auf 5 V.

IC 2 A ist als RC-Oszillator geschaltet und erzeugt eine Frequenz von 10 Hz, die dem Teiler IC 3 des Typs CD4017 zugeführt wird. Die ODER-Verknüpfung der Ausgänge Q 8 und Q 9 durch die Dioden D 1 und D 2 bewirkt, daß der Transistor T 1 für 0,2 s durchgesteuert wird. Damit ist ebenfalls T 2 durchgesteuert, und der Elko entladen.

Nach Sperren von T 2 erfolgt die definierte Aufladung binnen 0,8 s durch die mit IC 2 C, T 3 sowie R 15 bis R 20 realisierte Konstantstromquelle. Der Ladestrom läßt sich aus der mit R 11 abgegriffenen Spannung U(c) und dem mit S 2 eingeschalteten Widerstand R errechnen:

$$I_{Lade} = \frac{U(c)}{R}$$

Tabelle 1 zeigt die 6 Kapazitätsbereiche, die zugehörigen Ladeströme sowie die Ausgangsspannung.

Im letzten Bereich wird der Elko nicht bis auf 2 V, sondern nur auf 0,4 V geladen, um den Ladestrom gering zu halten. Dazu wird die Komparatorschwelle verschoben, indem mit S 2 B R 25 und R 26 parallel zu R 22 geschaltet werden.

Die Komparatorstufe selbst ist mit IC 2 D realisiert und steuert die LED D 3 an. Die der Kapazität proportionale Spannung U(c) wird über IC 2 B gepuffert und steht an ST 3 und ST 4 zur Verfügung.

Nachbau

Die 75 mm x 60 mm messende, einseitige Leiterplatte wird in gewohnter Weise anhand von Bestückungsplan, Stückliste und

Platinenfoto bestückt. Dabei sind zunächst die niedrigen Bauelemente, wie Widerstände, Kondensatoren und Dioden einzusetzen und auf der Rückseite zu verlöten. Die überstehenden Anschlußdrähte sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen.

In gleicher Weise werden im Anschluß die restlichen Bauteile, wie Elkos (Polung beachten!), Potis, Lötstifte, Transistoren sowie die ICs montiert. Der Festspannungsregler wird vor dem Anlöten mittels einer Zylinderkopfschraube M3 x 8 mm in liegender Position auf die Platine montiert.

Beim Einsetzen der ICs ist darauf zu achten, daß die Punktmarkierung mit der des Bestückungsdruckes übereinstimmt.

Die LED wird im Abstand von 10 mm zur Platinenoberfläche verlötet. Der Schiebesechalter ist durch Festlöten an den 1,3mm-Lötstiften zu befestigen.

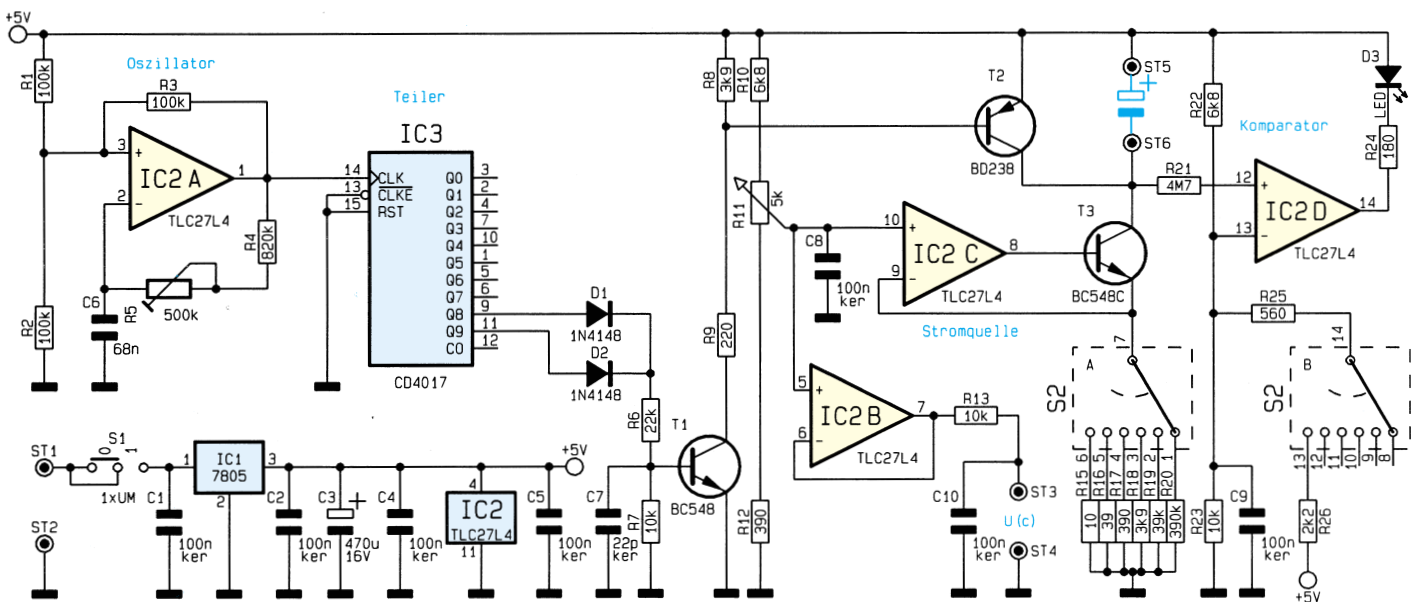
Nachdem die Platine so weit fertiggestellt ist, wird der 9V-Batterieclip an ST 1 und ST 2 verlötet, wobei die rote Leitung an ST 1 zu löten ist.

Im folgenden Arbeitsschritt sind je eine rote und eine schwarze Leitung (0,22 mm² Querschnitt) von 50 mm Länge anzufertigen. Diese werden an den Enden auf 3 mm abisoliert. Von den Telefonbuchsen sind die beiden Kunststoffteile zu entfernen, bevor die Leitungsabschnitte daran verlötet werden. Anschließend wird das äußere

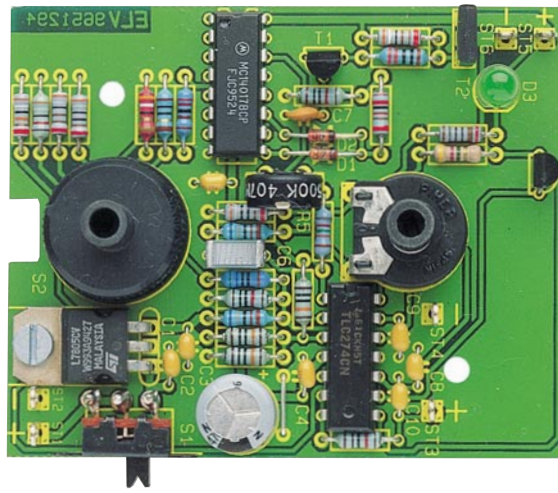
Tabelle 1:

Kapazität		Strom	Spannung		
0,2 bis	2µF	0,5 bis	5µA	0,2 bis	2V
2 bis	20µF	5 bis	50µA	0,2 bis	2V
20 bis	200µF	50 bis	500µA	0,2 bis	2V
0,2 bis	2mF	0,5 bis	5mA	0,2 bis	2V
2 bis	20mF	5 bis	50mA	0,2 bis	2V
20 bis	100mF	20 bis	100mA	0,2 bis	0,4 V

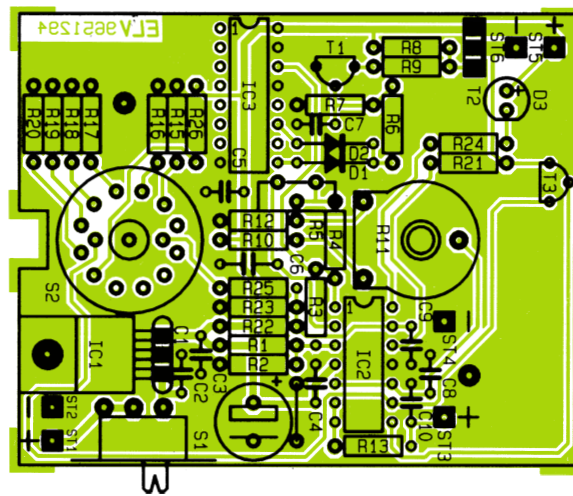
Bild 3: Schaltbild des Elko-Meßgerätes



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des Elko-Meßgerätes



Kunststoffteil aufgesetzt und fest verschraubt. Dann erfolgt das Einsetzen in das Gehäuse, das zweite Kunststoffteil wird aufgeschoben, die Scheibe aufgesetzt und das Ganze mit Hilfe der Mutter festgezogen. Es folgt das Verlöten an ST 3 (rote Leitung) und ST 4.

Die beiden restlichen Leitungsabschnitte weisen eine Länge von 110 mm auf und sind ebenfalls auf 3 mm abzuisolieren. Die Kappen der Federhaken werden durch einfaches Auseinanderziehen entfernt und die Leitungsabschnitte festgelötet.

Nachdem die Kappen wieder aufgeschoben sind, zieht man die beiden anderen Enden durch die Gehäusebohrung und verlötet die Leitungen an ST 5 (rot) und ST 6 (schwarz).

Die Platine wird anschließend in die Gehäuseunterschale eingesetzt und mit den beiden 2,9x6,5mm-Knippingschrauben im Gehäuse befestigt. Die Potiachse ist auf eine Gesamtlänge von 25 mm zu kürzen und einzusetzen. Damit ist die Schaltung fertiggestellt, lediglich der Abgleich fehlt noch.

Abgleich

Der Abgleich geht auf einfache Weise vor sich und ist zur besseren Übersicht in Stichpunkten aufgeführt:

- 9V-Blockbatterie mit dem Batterieclip verbinden, Gerät mit S1 einschalten, die LED blinkt
- einen genau bekannten Kondensator, vorzugsweise 1µF-Folie, an den Federhaken befestigen
- ein Multimeter an die Telefonbuchsen anschließen, Meßbereich 2 V wählen
- mit R 11 eine Spannung von genau 1 V einstellen (gilt für 1µF-Kondensator). Beim Anschluß anderer Kapazitätswerte müssen die entsprechenden Spannungswerte eingestellt werden nach der Formel: $U (V) = C (\mu F)$
- Drehschalter S 2 in den Linksanschlag drehen (Bereich 0,2 µF bis 2 µF).
- Trimmer R 5 aus dem Linksanschlag heraus langsam im Uhrzeigersinn drehen, bis die LED gerade erlischt. Achtung: Diese Position darf nun bis zum Aufsetzen und Festziehen des Drehknopfes nicht mehr verändert werden.
- Deckel aufsetzen und fest verschrauben
- Drehknöpfe auf die Achsen stecken und so festziehen, daß der Pfeil des unteren Drehknopfes den Bereich x1µF markiert und der Pfeil des oberen Knopfes auf 1,0 zeigt. Wichtig: Dabei darf die Potiachse nicht verdreht werden, da die zuvor eingest-

Stückliste: Elko-Meßgerät

Widerstände:

10Ω	R15
39Ω	R16
180Ω	R24
220Ω	R9
390Ω	R12, R17
560Ω	R25
2,2kΩ	R26
3,9kΩ	R8, R18
6,8kΩ	R10, R22
10kΩ	R7, R13, R23
22kΩ	R6
39kΩ	R19
100kΩ	R1-R3
390kΩ	R20
820kΩ	R4
4,7MΩ	R21
PT10, stehend, 500kΩ	R5
PT15, liegend, 5kΩ	R11

Kondensatoren:

22pF/ker	C7
68nF	C6
100nF/ker . C1, C2, C4, C5, C8-C10	
470µF/16V	C3

Halbleiter:

7805	IC1
TLC27L4	IC2
CD4017	IC3
BC548C	T1, T3
BD238	T2
1N4148	D1, D2
LED, 5mm, grün	D3

Sonstiges:

- Lötstifte mit Lötöse
- Miniatur-Schiebeschalter, 1 x um S1
- Miniatur-Präzisionsdrehschalter, 2 x 6 polig
- S2
- 1 Batterieclip, 9V-Block
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
- 1 Mutter, M3
- 2 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm
- 3 Lötstifte, 1,3mm
- 1 Kunststoffachse, 6 mm Ø
- 2 Spannzangen-Drehknöpfe, 21mm Ø
- 2 Deckel, 21mm Ø
- 2 Pfeilscheiben, 21mm Ø
- 1 Telefon-Buchse, 4mm, rot
- 1 Telefon-Buchse, 4mm, schwarz
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, rot
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, schwarz
- 4cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 16cm Schalltlitze, 0,22mm², rot
- 16cm Schalltlitze, 0,22mm², schwarz
- 1 Gehäuse, bedruckt und gebohrt

stellte Position der Abgleichposition entspricht.

Damit ist der Abgleich abgeschlossen, und dem Einsatz dieser nützlichen Schaltung steht nichts mehr im Wege. **ELV**