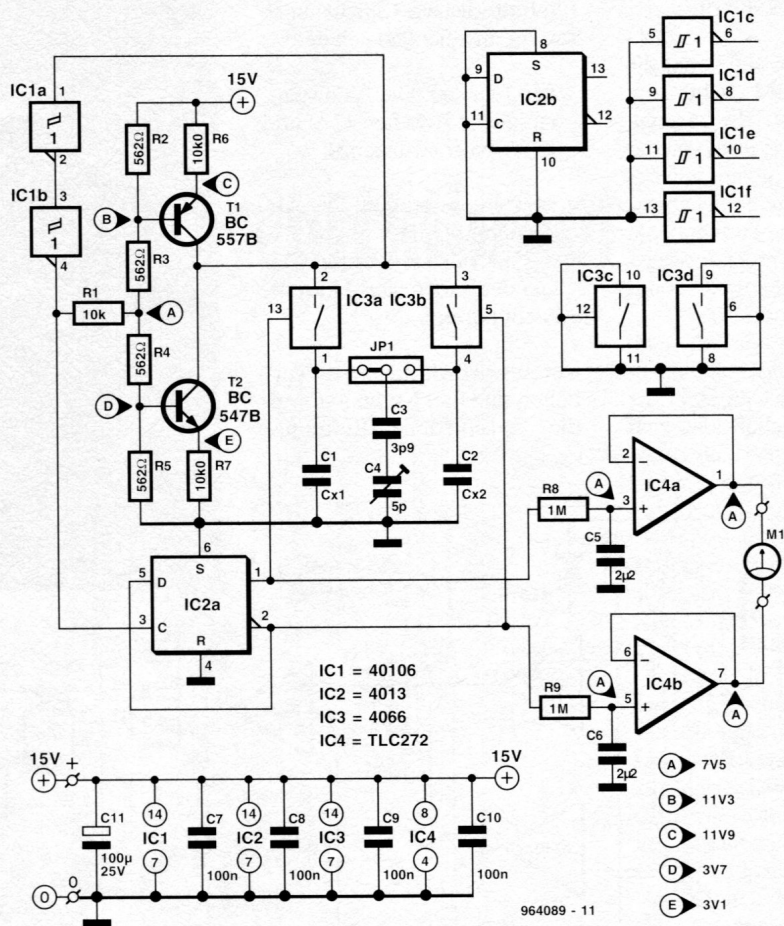


Vor allem in Filter- und Oszillatorschaltungen kommt es häufig darauf an, daß Kapazitätswerte möglichst genau übereinstimmen. Da selbst Kondensatoren mit 5 % Toleranz schon Beschaffungsprobleme bereiten können und die Auswahl bei 1%igen Exemplaren noch kleiner ist (dafür sind die Preise höher), ist es sinnvoll, aus einer größeren Anzahl Exemplare mit gut übereinstimmenden Werten herauszusuchen. Da ein genau messendes Kapazitätsmeßgerät nicht ganz billig und das Ausschauen möglichst gleicher Werte damit auch etwas umständlich ist, wurde der hier vorgestellte Kondensator-Paarungstester entwickelt, der auf einen Blick die Abweichung anzeigt. Die beiden zu vergleichenden Kondensatoren C_{x1} und C_{x2} bestimmen im Wechsel die Periodenzeit eines Oszillators. Die Transistoren T1 und T2 bilden zwei Stromquellen, die abwechselnd C_{x1} und C_{x2} auf- und entladen. Die Spannung an den Kondensatoren wird einem Schmitt-Trigger (IC1a,b) zugeführt. Der Ausgang von IC1b wechselt erst dann seinen Zustand, wenn die Spannung an den Kondensatoren die Schwellenspannung von IC1a überschreitet. Bei einem High-Pegel am Ausgang von IC1b entlädt sich der Kondensator über T2, da der von T2 nach Masse abge-



leitete Strom größer ist als der von T1 zugeführte Strom. Ist der Ausgang hingegen Low, werden die Kondensatoren geladen. Wichtig ist dabei, daß das Umschalten der Kondensatoren exakt zum Ende einer Pe-

riode erfolgt, also zum Beispiel mit der Flanke am Ausgang von IC1b. Das D-Flipflop IC2a ist als Zweiteiler geschaltet und erzeugt einen Impuls, dessen Länge mit der Periodenzeit des Oszillatorsignals übereinstimmt.

Ist Pin 1 von IC2a High, so wird die Periodenzeit durch C_{x1} bestimmt. Ist Pin 1 Low, bestimmt C_{x2} die Periodenzeit. IC2a steuert zwei CMOS-Analogschalter (IC3a und IC3b aus einem 4066), die abwechselnd C_{x1} und

Stückliste

Widerstände:

R1 = 10 k
R2...R5 = 562 Ω, 1%
R6, R7 = 10k Ω, 1%
R8, R9 = 1 M

Kondensatoren:

C1 = C_{x1}
C2 = C_{x2}
C3 = 3p9
C4 = 5-pF-Trimmkondensator
C5, C6 = 2µ2 MKT, RM 5 mm
C7...C10 = 100 n
C11 = 100 µ/25 V

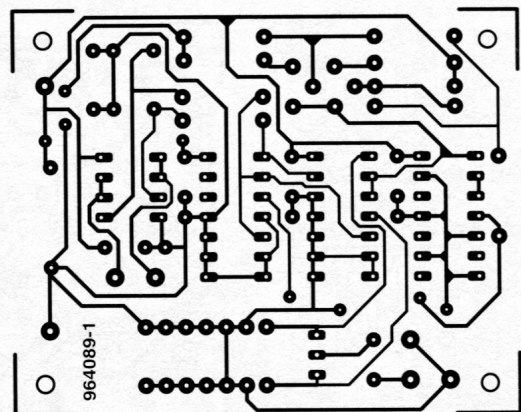
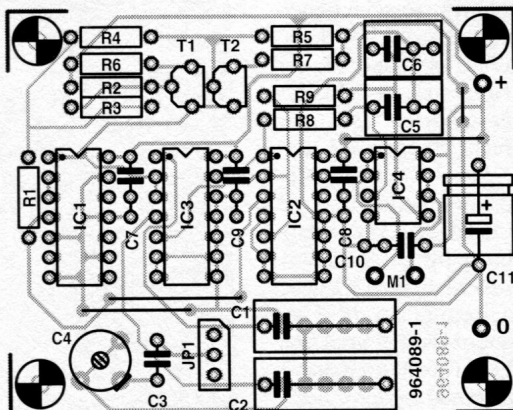
Halbleiter:

T1 = BC557B
T2 = BC547B
IC1 = 40106
IC2 = 4013
IC3 = 4066
IC4 = TLC272CP

Außerdem:

JP1 = 3poliger Pfostenverbinder (male) und Jumper*

* siehe Text



C_{x2} mit der Oszillatorschaltung verbinden.

Die Größe der Hysterese hängt beim 40106 offenbar vom Hersteller ab. Bei Philips beträgt sie typisch 1,8 V und bei SGS-Thomson 3,5 V. Eine abweichende Hysterese hat keinen negativen Einfluß auf die Funktion des Testers, es ändert sich lediglich die Meßfrequenz.

Stimmen die Werte der beiden angeschlossenen Kondensatoren überein, so müssen auch die Puls-Pausen-Verhältnisse an den Ausgängen des D-Flipflops (Pin 1 und Pin 2) exakt übereinstimmen (50 % Tastverhältnis). Jeder Unterschied zwischen den Kapazitätswerten führt zu einer Änderung des Puls-Pausenverhältnisses. Nach

Mittelwertbildung über die beiden RC-Glieder R8/C5 und R9/C6) und Pufferung mit IC4a und IC4b liegen an den beiden Opampausgängen zwei Spannungen, die proportional zu den Kapazitätswerten sind. Die Differenz zwischen den beiden Spannungen wird vom Meßinstrument M1 angezeigt und gibt sehr genau den Kapazitätsunterschied zwischen den beiden Kondensatoren wieder (75 mV pro % Unterschied). Die RC-Zeitkonstante der beiden RC-Glieder R8/C5 und R9/C6 wurde bewußt groß gewählt, um einen großen Kapazitätsmeßbereich von 220 pF bis 220 nF ohne Umschalten zu realisieren. Für M1 kann 4 ½-Digit-Digitalmultimeter (DMM) im

20-V-Bereich oder ein 3 ½-Digit-DMM im 2-V-Bereich angeschlossen werden. Der maximale Spannungsunterschied an beiden Anschlüssen beträgt 15 V. Bei Kapazitäten unter 220 pF verringert sich die Auflösung wegen des zunehmenden Einflusses der parasitären Kapazität, die bei ungefähr 35 pF liegt. Zur Kompensation der parasitären Kapazität wurde daher der Trimmer C4 vorgesehen, der einfach abzugleichen ist. JP1 wird in die gezeichnete Position gesetzt und die Spannung zwischen den beiden Ausgängen mit C4 auf 0 V abgeglichen. Ist das nicht möglich, muß JP1 in die andere Position gebracht werden.

Bei Kondensatoren über 220 n

wird die Meßfrequenz sehr niedrig, was sich durch eine gegenphasige Welligkeit der Spannung an C5 und C6 bemerkbar macht. Die Anzeige der Spannungsdifferenz am Ausgang wird dadurch instabil. Die Meßfrequenz beträgt bei 220 pF etwa 18 kHz und bei 200 nF etwa 21 Hz. Der Meßbereich läßt sich noch um eine Dekade bis 2,2 µF erweitern, wenn man R6 und R7 auf 1 kΩ verringert.

Im Schaltplan sind an verschiedenen Punkten Meßwerte angegeben. Die Stromaufnahme der Schaltung beträgt etwa 10 mA.

