

der Strome in A und für C die Kapazität des Kondensators an Pin 6 und B in F (Farad) eingesetzt wird.

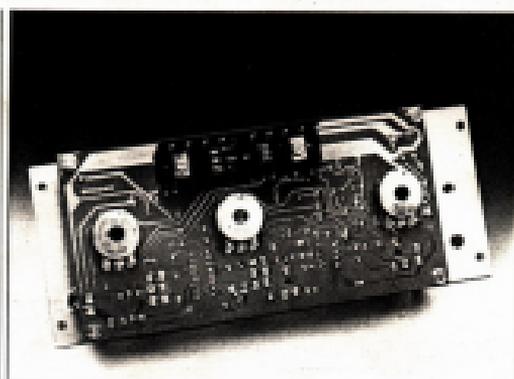
$$f = 1/4RC$$

Die Frequenzeinstellung bzw. die Frequenzbereichseinstellung im Wobbelbetrieb erfolgt manuell über das Pot P3 am Eingang des Opamps. In der Stellung "NORMAL" von S2 liefert P3 mit P9 einen Spannungsteiler, der die Schwellenspannung auf den Bereich 0 V bis 5 V festlegt. Die invertierende Verstärkung des Opamps ist nun über R10/R11 so dimensioniert, daß der Opampausgang bei voll aufgedrehtem Pot fast 0 V führt und im anderen Fall (Schleifer P3 an Masse) nahezu 3 V. Am nichtinvertierenden Eingang liegt über P4/R12 und R12 ein Teil der 3-V-Referenzspannung, um die Gleichspannungseinstellung und damit den Arbeitsgang zu definieren. Der Abschluß erfolgt mit P4.

### Wobbelteil

Während bei manueller Frequenzeinstellung der Festwiderstand R9 für Gleichspannung am Pot P3 sorgt, ist es in der anderen Stellung von S2 der Sweepgenerator, der das Pot mit einer rampenförmig ansteigenden Spannung (Sägezahnspannung) ansteuert. P3 dient dann nicht länger der Frequenzeinstellung, sondern legt den Wobbelbereich fest, bestimmt also, in welchem Maße (Hz/V) die Sägezahnspannung die Frequenz verändern kann.

Zur Erzeugung der Sägezahnspanne dient der mit Opamp IC1a und IC2 realisierte Integrator, dessen Integrationszeit von der Spannung am Schleifer von P1 abhängt. Je höher die Spannung, desto schneller läßt sich C2 und desto schneller steigt somit die Sägezahnspannung an. Mit P1 ist die Zeit zwischen 10 ms und 10 s einstellbar, zum Abgleich der 10 Sekunden (und damit gleichzeitig auch zum Offsetabgleich des Opamps) ist Trimmer P2 vorgesehen. Das Ansteigen der Spannung



an Integratorausgang wird über T2 und T1 beendet. Am Emitter von T2 liegt die Spannung der Z-Diode D1 als Referenz. Solange die Basisspannung niedriges ist, leitet T2, T1 und T3 sind gesperrt. Sobald sich die Sägezahnspannung bis auf etwa 0,5 V (minimale  $U_{BE}$  von T2) an die Emitterspannung anhebt, sperrt T2 kurzzeitig. Die Kollektorspannung wird über R1 auf 0 V gezogen, T3 leitet zurück und setzt den Integrator zurück, indem der invertierende Eingang des Opamps IC1a über T1 gegenüber dem nichtinvertierenden Eingang positiv wird. C1 sorgt in dessen von T2/T3 gebildeten Menlopfad dafür, daß die Zeit für das Einleiten des Integrationskondensators ausreicht (Rückflanke des Sägezahns). Die Referenzspannung an D1 bestimmt somit die Amplitude des Sägezahnsignals, das über S2 den Funktionsgenerator wobbelt und gleichzeitig auch an der Sweep-Ausgangsbuchse zur Verfügung steht. Durch den 1-k $\Omega$ -Ausgangswiderstand R8 ist die Ausgangsimpedanz auch auf rund 1 $\Omega$  herabgelast. Der Ausgang ist kurzschlußfest und kann beim Wobbeln zur Steuerung der X-Ablenkung des Oszilloskops verwendet werden.

### Ausgangsverstärker

Der LM85 ist zwar mit 3 A Ausgangsstrom für unsere Zwecke reichlich überdimensioniert, bei dem günstigen Preis kann man sich das aber leisten. Eine Überlastung ist praktisch ausgeschlossen, der IC-eigene Überhitzungsschutz wird nicht ausgetriggert. Der Poweropamp ist hier einfach als nichtinvertierender Pufferverstärker (Spannungsfolger) beschaltet, das Ausgangssignal stimmt daher in Amplitude und Phase mit dem Eingangssignal

am Schleifer des Amplitudenstellers P5 überein. Da keine symmetrische Spannungserzeugung vorgesehen wurde, muß ein Elko (C13) für einen gleichspannungsfreien Ausgang sorgen. Die beiden parallelgeschalteten Widerstände R23 und R24 sind für den Kurzschlußschutz nicht unbedingt erforderlich, auch wenn sie den Ausgangsstrom natürlich wirksam begrenzen. Der eigentliche Zweck ist die Festlegung des Ausgangswiderstands auf genau 50  $\Omega$ . Dies ist ein verbreiteter Standardwert für die Ausgangsimpedanz von Signalgeneratoren, der auch wiederholungsgenug ist, um selbst Lautsprecher hörbar anzusteuern.

### Aufbau

Bild 2 zeigt die einseitige Platine, auf der sich die Schaltung problemlos aufbauen läßt. Zu beachten ist aber:

■ Potentiometer P1, P2 und P3 werden mit ihren Achsen von hinten (Kupferseite) durch die Platine gesteckt und auf der Vorderseite (Beschaltungsseite) festgeschraubt. Die Potentiometer lassen sich dann mit kurzen Drehstücken auf der Kupferseite verlinken.

■ IC3 und IC4 werden auf der Rückseite (Kupferseite) bestückt, siehe Form. Dabei auf Anbringelage der ICs und gute Isolation der Kühlkörper achten.

■ S1, S3, S4 und die BNC-Buchsen werden auf der Frontplatte montiert. Die Anordnung stimmt mit der auf der Platine überein, so daß kurze Drehstücke zur Verbindung ausreichen.

Für die ICs sind Fassungsern empfohlen. Da Gleichrichter und Elko

### Stückliste

#### Widerstände

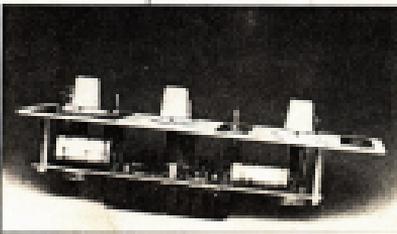
R1, R29 = 47  $\Omega$   
R3 = 10  $\Omega$   
R4, R11 = 120  $\Omega$   
R6 = 22  $\Omega$   
R5, R6, R20 = 1 k $\Omega$   
R7 = 5 k $\Omega$   
R8, R9 = 1  $\Omega$   
R9 = 48 k $\Omega$   
R11, R12 = 470 k $\Omega$   
R12, R13 = 420 k $\Omega$   
R14 = 2 k $\Omega$   
R15, R16 = 22 k $\Omega$   
R18 = 27 k $\Omega$   
R21 = 180  $\Omega$   
R22, R24 = 100  $\Omega$   
R25 = 14  $\Omega$   
P1 = Pot 10 k linear  
P2 = Trimmer 280  $\Omega$   
P3 = Pot 50 k linear  
P4 = Trimmer 150  $\Omega$   
P5 = Pot 10 k linear

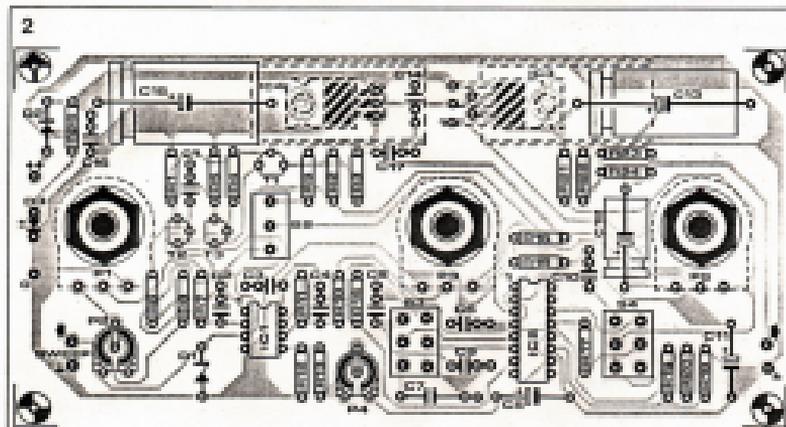
#### Kondensatoren

C1 = 33  $\mu$ F  
C2 = 10  $\mu$ F  
C3, C4, C5, C14 = 100 nF  
C6 = 47  $\mu$ F  
C7 = 1  $\mu$ F 50 V  
C7 = 33 MKT  
C8 = 22 nF  
C9, C14 = 220 nF  
C10, C16 = 22  $\mu$ F  
C11 = 10  $\mu$ F 50 V  
C12 = 180  $\mu$ F 10 V  
C13 = 4700  $\mu$ F 10 V  
C15 = 1800  $\mu$ F 25 V

#### Halbleiter

D1 = Z-Diode  
9A40/8000000  
D2 = 1N4001\*  
D3 = LED  
T1 = 80 250  
9A40 = 80 9A40  
IC1 = CA 3240  
IC2 = 89 2206  
IC3 = 1 LM85  
IC4 = 7812





schen auf der Platine vorgesehen sind, genügt zur Stromversorgung ein kleiner Netztrafo mit 15 V Sekundärspannung (max. 18 VA), nicht vergessen sollte man primärseitig eine 100-mV-Sicherung und einen Netzschalter. Der sekundärseitige Schalter S1 im Schaltplan ist nur bei Verwendung eines 15-V-Steckermodells zur Stromversorgung sinnvoll.

Der Abgleich erfolgt am besten mit der Iserlöcher-, funktionsfähigen Platine vor der Montage der Frontplatte und dem Einbau ins Gehäuse. Beim (revisierbaren) Anschluß des Netztrafos aber auf gute Isolation netzspannungsführender Leitungen und Anschlüsse achten! Vor dem Abgleich läßt man die Schaltung ein bisschen warmlaufen. Als erstes kommt P4 dran. Dazu S2

in Stellung "NORMAL" bringen, P3 auf eine Frequenz im mittleren Bereich (z.B. 100 Hz) einstellen und mit P4 so abgleichen, daß die gemessene Frequenz mit dem Skalenzwert übereinstimmt. Bei 100 Hz kann das Signal von einem Netztrafo mit Brückengleichrichter (100-Hz-Halbwellen-Signal) über einen Vorwiderstand von z.B. 100  $\Omega$  und einen Elko (100  $\mu$ F) auf einen Kleinlautsprecher gelegt werden. Schließlich man jetzt auch an den Funktionsgenerator einen kleinen Lautsprecher an, so kann man nach Gehör – ohne weitere Meßmittel – recht genau auf 100 Hz abgleichen. Der Abgleich des Sweepgenerators erfolgt mit P2 auf die richtige Sweepzeit von 10 Sekunden (Pfad P1 am linken Anschlag). Zur Kontrolle der Zeit braucht man min-

nur ein Zeigermaßgerät oder eine LED an den Sweepausgang des Generators anzuschließen.

Beim Einbau in ein Metallgehäuse ist neben sehr guter Isolation der Netzspannung auch eine absolut sichere Verbindung mit dem Schwellleiter erforderlich. In jedem Fall ist auf separate Kabeldurchführung und Zangenleitung des Netzkaabels zu achten. Am besten ist es, für den Netzanschluß eine Kleingehäusesicherung mit eingebauter Sicherung vorzusehen.

### Tips and Options

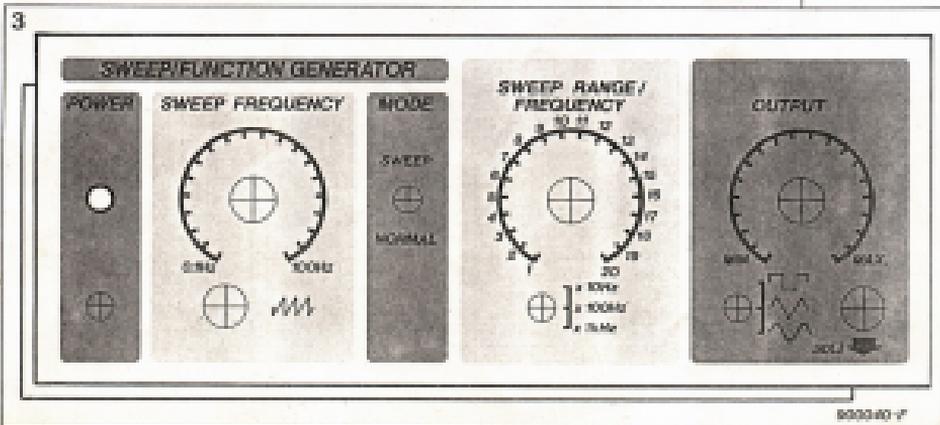
Für Kurvenform- und Frequenzumsetzung sind in der Basisversion nicht alltägliche Kippschalter mit 3 Stellungen (z.B. C50) vorgesehen. Bild 4 zeigt das Schaltverhalten.

Bild 2. Übersicht auch auf der Platine. Die Beschriftungen zeigen mit dem Frontplattenschild die Punkte, die Folie werden sollen ebenso wie die beiden Leitungs-Cu auf der Rückseite (Kupferblech) sichtbar bzw. belichtet.

Legende:

- S1 = Miniaturkippschalter 1 x 10 oder 2-poliger Netzschalter, siehe Text
- S2 = Miniaturkippschalter 1 x 10
- S3 = Kippschalter wie S4 oder Miniatur-Drehknopf 4 Stellungen, 1 Momententast (1 x 4), siehe Text
- S4 = Miniaturkippschalter mit Abgleichstellung anson. Bild 4, z.B. Einbaueinheit MT4200FA oder C&K Typ 7111
- C1-C5 = 500-Ohm-Widerstände für IC3 und IC4
- Platine 800340

Bild 3. Zeichnung der passenden Frontplatte.



800340-F