# XR 2206 / Counter

Durch die Kombination des Funktionsgenerators XR 2206 und des Frequenzzählers ptm C 10 / 250 ergeben sich einige Vorteile für den Anwender.

- Kompakter Aufbau zweier hochwertiger Module in einem Gerät.
- Genaue digitale Anzeige der Frequenzen des Generators.
- Große Auflösung des Einstellbereichs durch Verwendung eines 10-Gang-Wendelpoti.
- Separate Nutzung des Frequenzzählers.

Allgemeine Hinweise :

- Vor dem Aufbau des Gerätes sind anhand der Bauteilliste alle mitgelieferten Bauteile auf ihre Vollständigkeit zu überprüfen.
- Bei Beanstandungen sind die Garantiehinweise am Ende der Baubeschreibung zu beachten.
- Beim Bestücken aller Platinen ist darauf zu achten, die Bauteile so nah als möglich zu den Platinen einzulöten.
- Um den Zusammenbau übersichtlicher zu gestalten, gliedert sich der Zusammenbau des XR 2206 / Counter in 5 Abschnitte (**Reihenfolge einhalten !**).

I.) **AUFBAU DER NETZTEILPLATINE** ptm NT :
Baubeschreibung anschließend.

II.) **AUFBAU DER FREQUENZZÄHLERPLATINEN** :
Baubeschreibung Seite 4 bis 8 .

III.) **AUFBAU DER FUNKTIONSGENERATORPLATINE** XR 2206 :
Baubeschreibung Seite 13 bis 14 .

IV.) **ZUSAMMENBAU DES GEHÄUSES, EINBAU DER FREQUENZZÄHLERPLATINEN, FUNKTIONSGENERATORPLATINE UND NETZTEILPLATINE MIT VERDRAHTUNG.**

V.) **ABGLEICH DES GERÄTES :**

BESCHREIBUNG DES FREQUENZZÄHLERS :

Die Anzeige erfolgt über besonders helle rote 13 mm LED-Anzeigen.

Die gesamte Bedienung erfolgt lediglich über 3 Kippschalter die eine logische und einfache Bedienung erlauben.

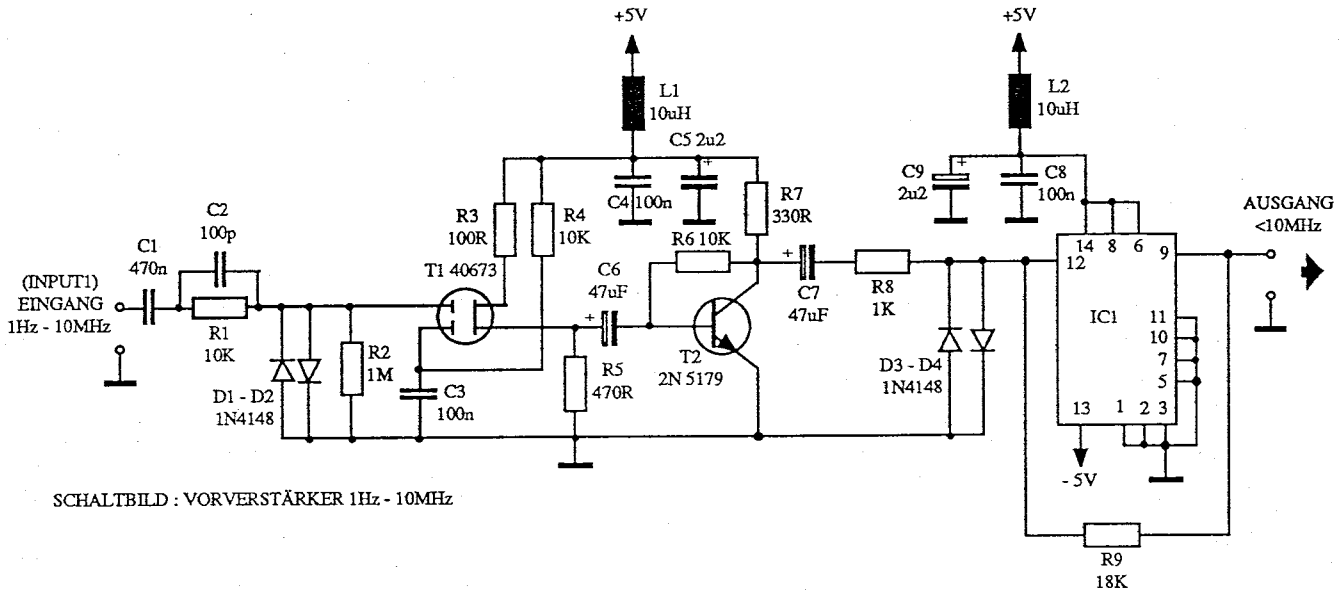
Eine eingebaute Automatik setzt in allen Betriebsarten den Dezimalpunkt richtig. Somit entfallen jegliche Umrechnungen und das angezeigte Meßergebnis ist immer eindeutig ablesbar. Durch besonders intensive Entwicklungsarbeit ist es gelungen, den 10 MHz Vorverstärker sehr empfindlich und außerdem völlig abgleichfrei zu entwerfen. Dies wurde nicht zuletzt durch Einsatz eines kundenspezifisch selektierten Spezial-IC's erreicht.

Technische Daten :

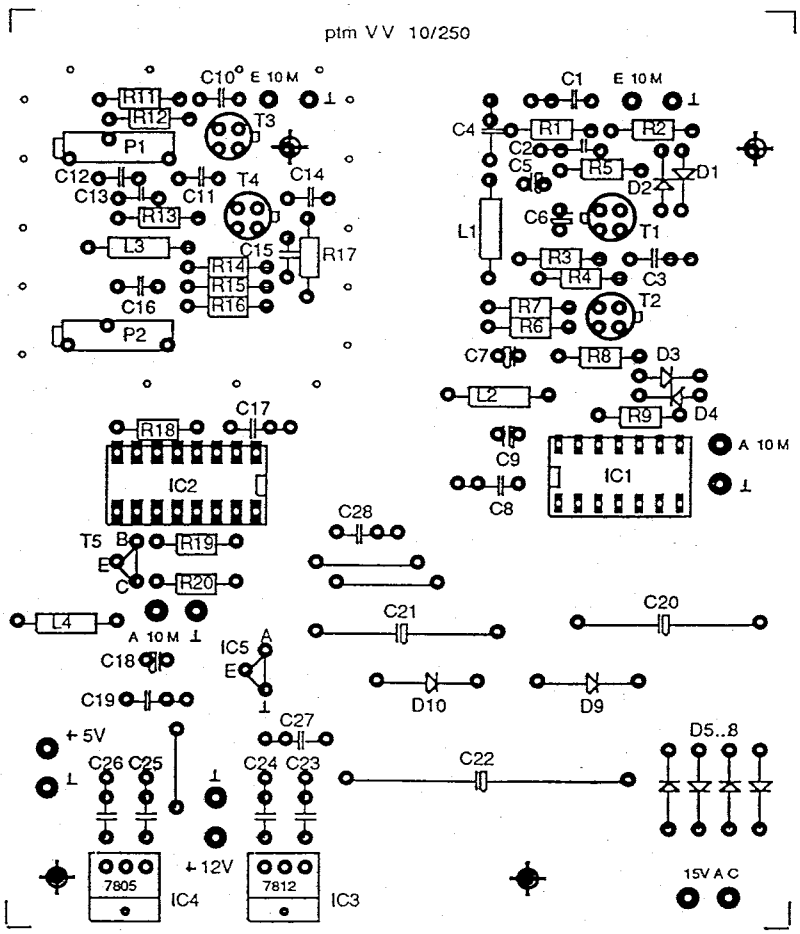
| | |
|---|---|
| Stromversorgung : | über ein eingebautes Netzteil an 220V-Netz |
| Anzeigen : | 6 stellig LED rot 13 mm<br>automatische KHz Anzeige |
| Zeitbasis : | Quarz 4.096 MHz $\pm$ 1x10 $^{-6}$ |
| Auflösung : | 1 Hz max. |
| Torzeiten : | TIME BASE 0.1 / 1s manuell schaltbar |
| Eingäng : | INPUT 1 1 Hz - 10 MHz |
| | Empfindlichkeit 15 mV typ.<br>Eingangswiderstand 1 MOhm |
| Vorteiler : | RANGE :1 / :10 manuell schaltbar |

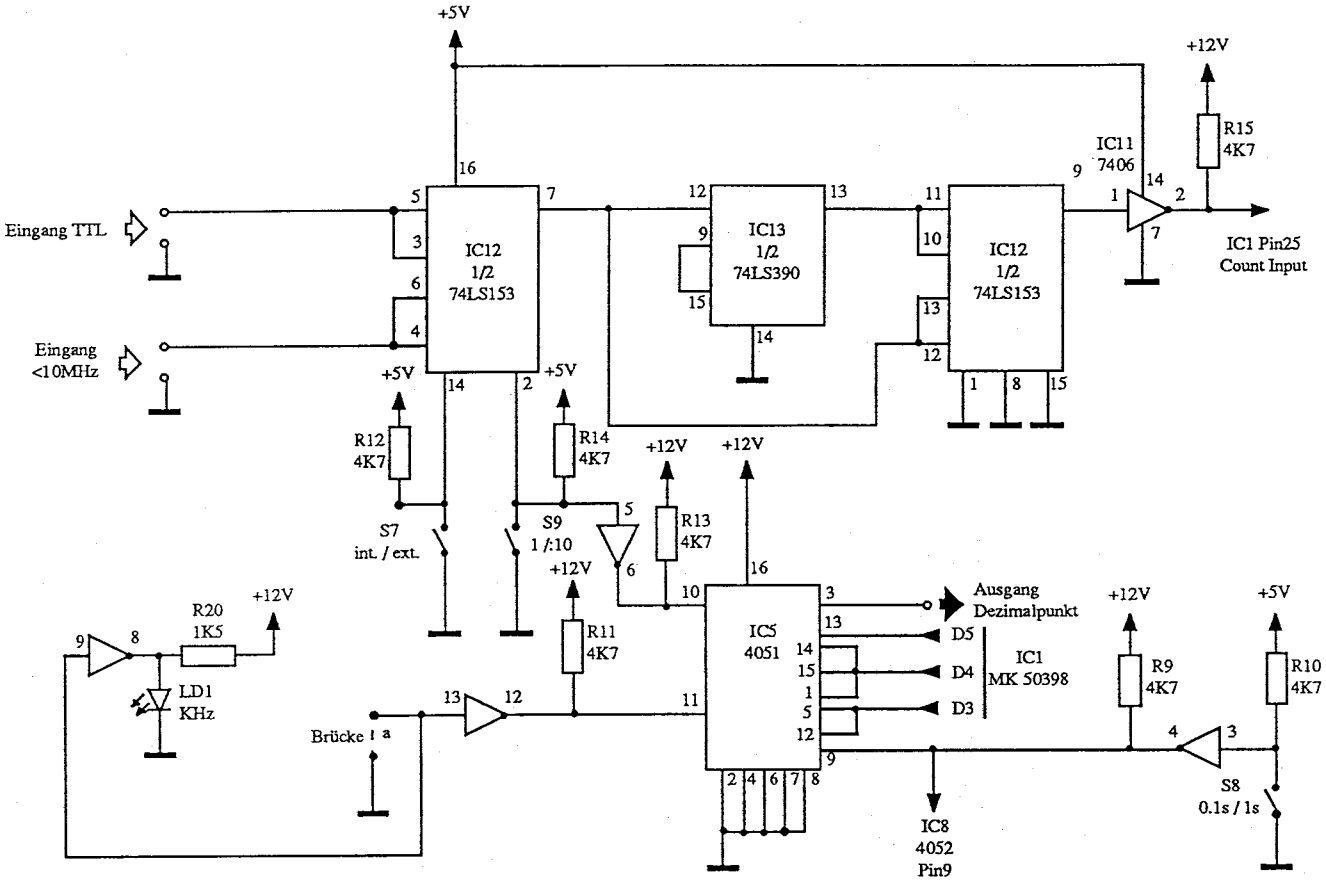
## II.) AUFBAU DER FREQUENZZÄHLERPLATINEN :

### II 1.) Vorverstärkerplatine ptm VV 10/250 :

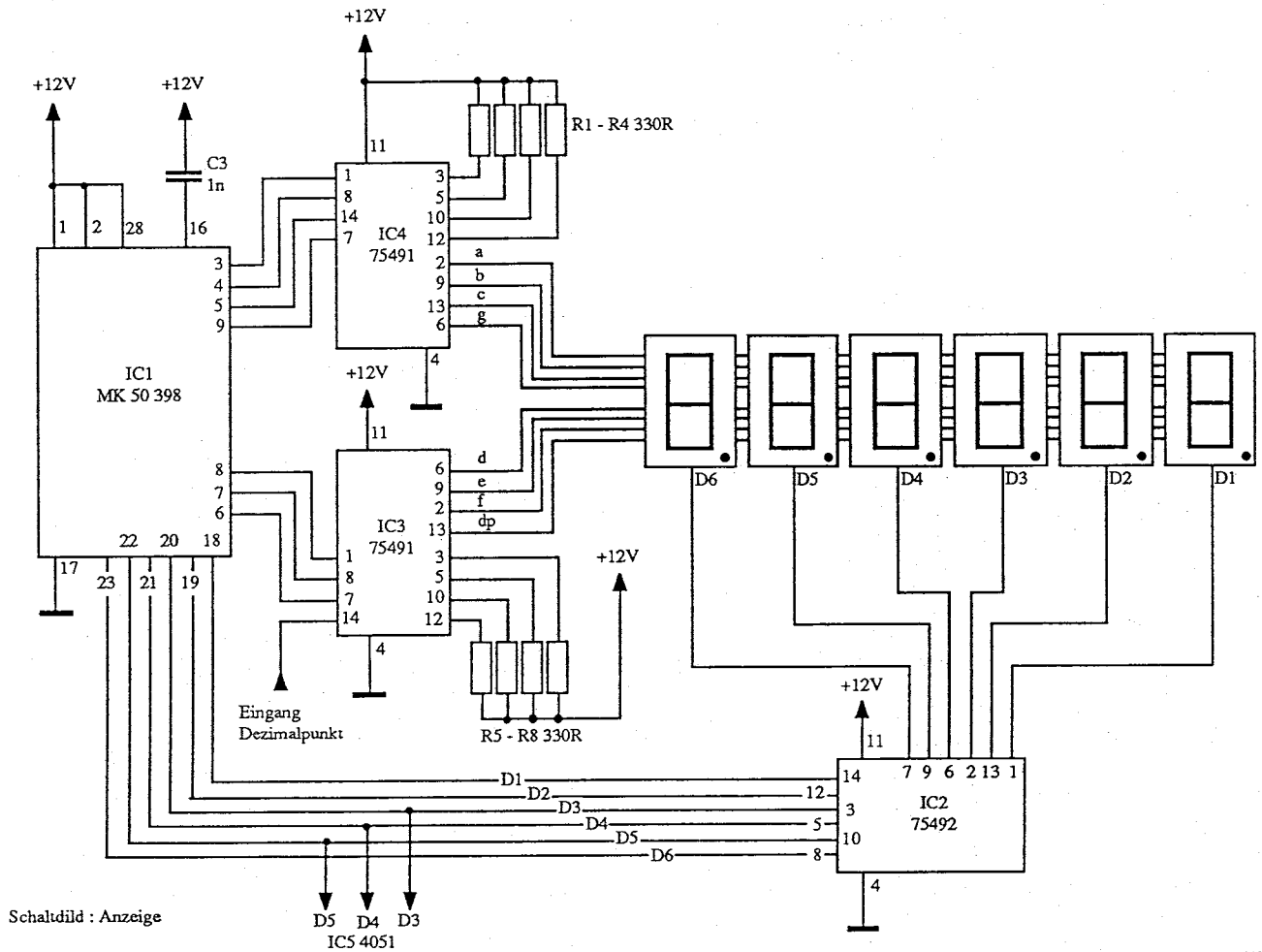



SCHALTBILD : VORVERSTÄRKER 1Hz - 10MHz



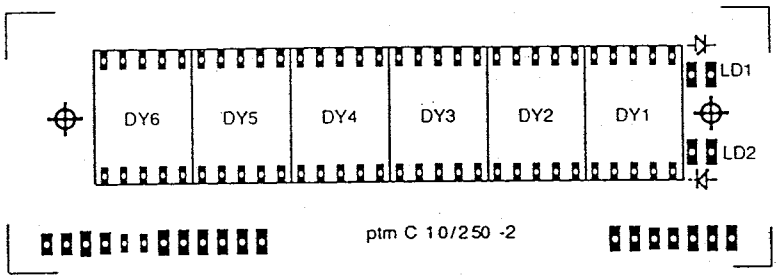



Schaltbild : Dezimalpunktautomatik und Frequenzteiler




Schaltdild : Anzeige

II 3.) Aufbau der Anzeigeplatine ptm C 10 / 250 -2 :




- Bestücken und verlöten der 90°-Stiftleiste (12 Pin und 7 Pin). Die Stiftleisten sollten an der Platine anliegen. (Zeichnung siehe unter Abb. 1).
- " der sechs Digital-Anzeigen DY1 - DY6. Es ist darauf zu achten, daß alle Anzeigen in der gleichen Höhe möglichst nahe der Platine eingelötet werden.
- " der zwei roten 3mm LED LD1, LD2 (Einbaurichtung beachten !). Die LED müssen auf der Platine aufliegen.

Damit sind alle Platinen des Frequenzzählers fertig bestückt und werden **eingehend** auf Bestückungsfehler, Zinnbrücken, schlechte Lötstellen usw. überprüft. Nach dem Kontrollieren der Platinen werden die Grund- und die Anzeigeplatine zusammengesteckt und verlötet (die Anzeigeplatine sollte auf der Grundplatine aufliegen; siehe Abb.1).

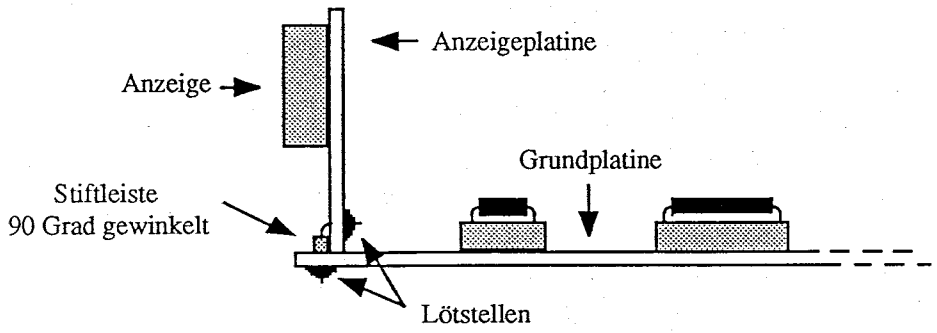



Abb.1 Zusammenbau der Grund- und Anzeigeplatine

Wichtigster Bestandteil ist der VCO, eigentlich ein stromgesteuerter Oszillator, dessen Frequenz von den beiden externen Komponenten Cext und Rext bestimmt wird.
Ein integrierter Transistor entkoppelt den Ausgang das VCO's. Sein Kollektor ist an Pin 11 zugänglich. Abhängig von dem logischen Zustand am FSK-Eingang (Pin9), ist der Anschluß 7 oder 8 aktiviert, so daß die Möglichkeit besteht, durch unterschiedliche Beschaltung dieser beiden Ausgänge eine Frequenzumtastung (FSK=frequenzy shift keying) vorzunehmen. Der Multiplizierer und Sinuskonverter sorgt für die weitere Signalaufbereitung. Für den Symmetrie- und Klirrfaktorabgleich sind weitere Anschlüsse vorhanden (13.....16). Der Gleichspannungsanteil der Ausgangsspannung wird über Anschluß 3 eingestellt. Über einen Spannungsfolger steht das Sinus- Dreieck- und Sägezahnsignal niederhohmig an Pin 2 zur Verfügung. Der AM-Eingang (Pin 1) ermöglicht eine Amplitudeneinstellung und Modulation des Oszillatorsignals.

**Die liniare Frequenzeinstellung**

Die Spannung an den Punkten 7 und 8 wird im IC auf 3V (typ.) stabilisiert, wobei die Temperaturdrift sehr gerig ist ($6*10^{-5}$ /C°). Der entnommene, bzw. über einen Widerstand nach Masse fließende Strom (If) darf zwischen 1 uA und 3 mA variiren. Die geringste Temperaturdrift ergibt sich allerdings bei Strömen zwischen 15 uA und 750 uA. Von diesem Strom If und der externen Kapazität Cext hängt die Oszillatorfequenz ab.
Der formelmäßige Zusammenhang lautet:

$$f = \frac{If}{3 \times C_{ext.}} \quad (Hz, A, F) \qquad f = \frac{1}{R_{ext.} \times C_{ext.}}$$

Aus der letzten Formel resultiert eine hyperbelförmige, also nichtlineare Frequenzeinstellung. Mann würde also ein "umgekehrt" logarithmisches Potentiometer benötigen, um eine annähernd lineare Frequenzeinstellung zu erzielen. Durch einen kleinen Schaltungstrick ist es jedoch möglich, auch mit einem linearen Potentiometer eine lineare Frequenzeinstellung zu realisieren.
Abb.3 zeigt die entsprechende Teilschaltung.

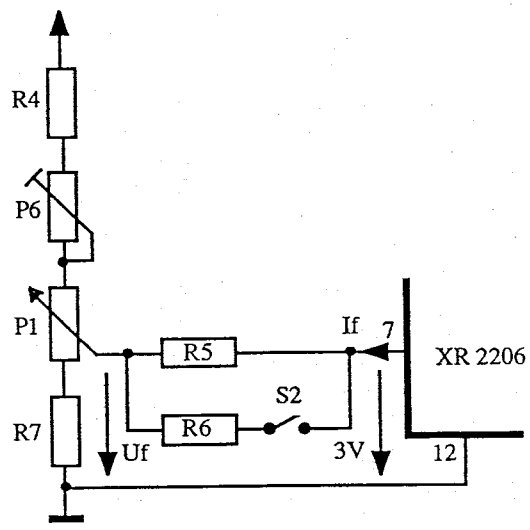



Abb.3 Diese Beschaltung des XR 2206 ermöglicht eine lineare Teilung der Frequenzskala.

Die Detailschaltung Abb.3 ist sicherlich leicht wiederzufinden und braucht deshalb nicht mehr erklärt zu werden. Anschluß 2 ist der Ausgang für Sinus, Dreieck und Sägezahn. Rechteck und Rechteckimpulsfolge liefert Pin 11. C1 bis C4 sind die frequenzbestimmenden Kondensatoren (Cext.). Die Bereichswahl erfolgt mit S1. C5, C6 und C12 sind Siebkondensatoren. Der Spannungsteiler R1, R2 halbiert die Bertriebsspannung und bestimmt über Pin 3 die Gleichspannungseinstellung des IC's, die Gleichspannung am Anschluß 2 beträgt dadurch ebenfalls

$$\frac{Ub}{2} = 6V.$$

Mit P2 und P3 wird die Amplitude des Ausgangssignals eingestellt. Der Abgleich erfolgt getrennt für Sinus (P2) und Dreieck / Sägezahn (P3), damit der Spitze / Spitze-Wert aller drei Spannungen gleich ist, wobei die Umschaltung mit S3a erfolgt. Trimmpoti P4 dient zur Einstellung der Symmetrie der Kurvenformen Dreieck und Sinus, für den Klirrfaktorabgleich der Sinusfunktion ist P5 vorgesehen. Die Umschaltung zwischen Dreieck und Sinus ist die Aufgabe des Kontakts S3b. Ist Schalter S4 geschlossen, liegt am Ausgang A ein Sägezahnsignal. Dabei wird die integrierte Stromquelle im Takt des an B liegenden Rechteksignals von Anschluß 7 nach 8 geschaltet. Die Steilheit der abfallenden Flanke hängt von R8 ab. Der Widerstandswert von R8 sollte nicht kleiner als 1KOhm sein.

## Die Ausgangsstufe

Von einem guten Signalgenerator erwartet man eine niederige Ausgangsimpedanz und eine leicht einstellbare, definierte Ausgangsspannung. Diese Forderungen erfüllt die im Abb.5 gezeichnete Ausgangsstufe.

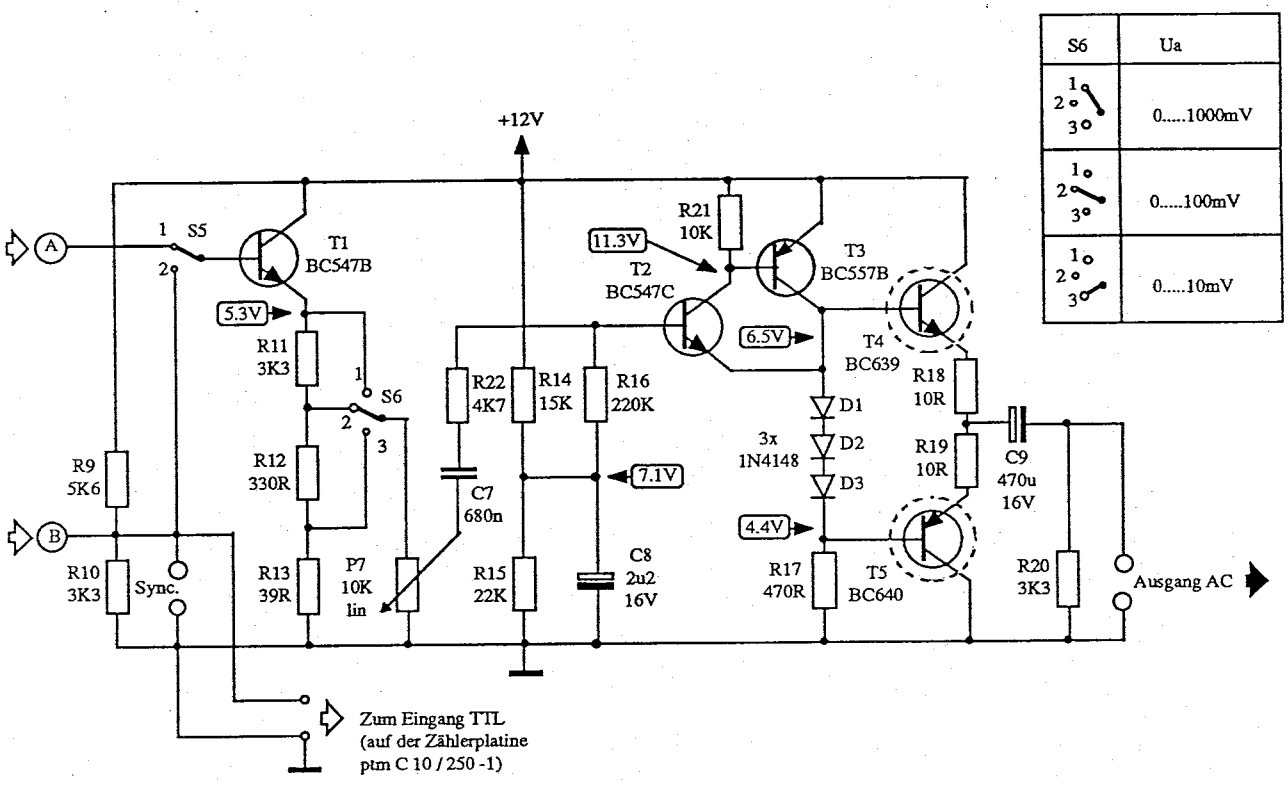
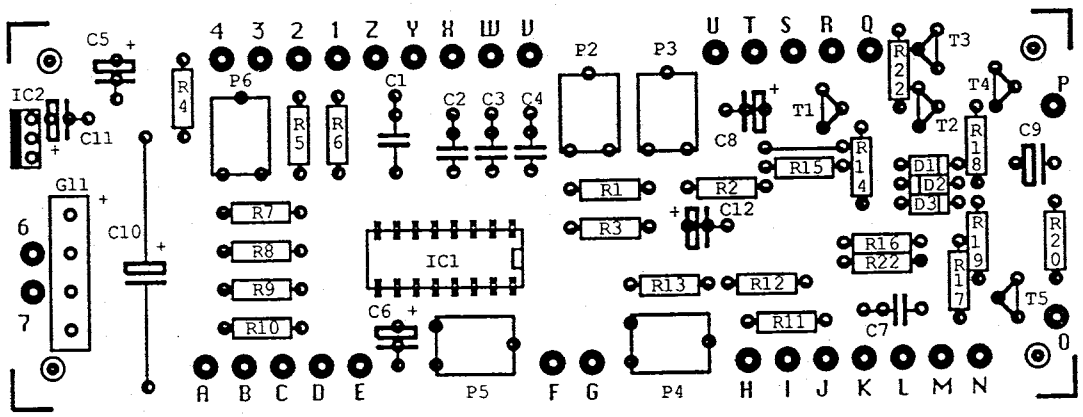



Abb.5 Die Ausgangsstufe verleiht dem Generator einen niederigen Ausgangswiderstand und ermöglicht eine definierte Einstellung der Ausgangsspannung.

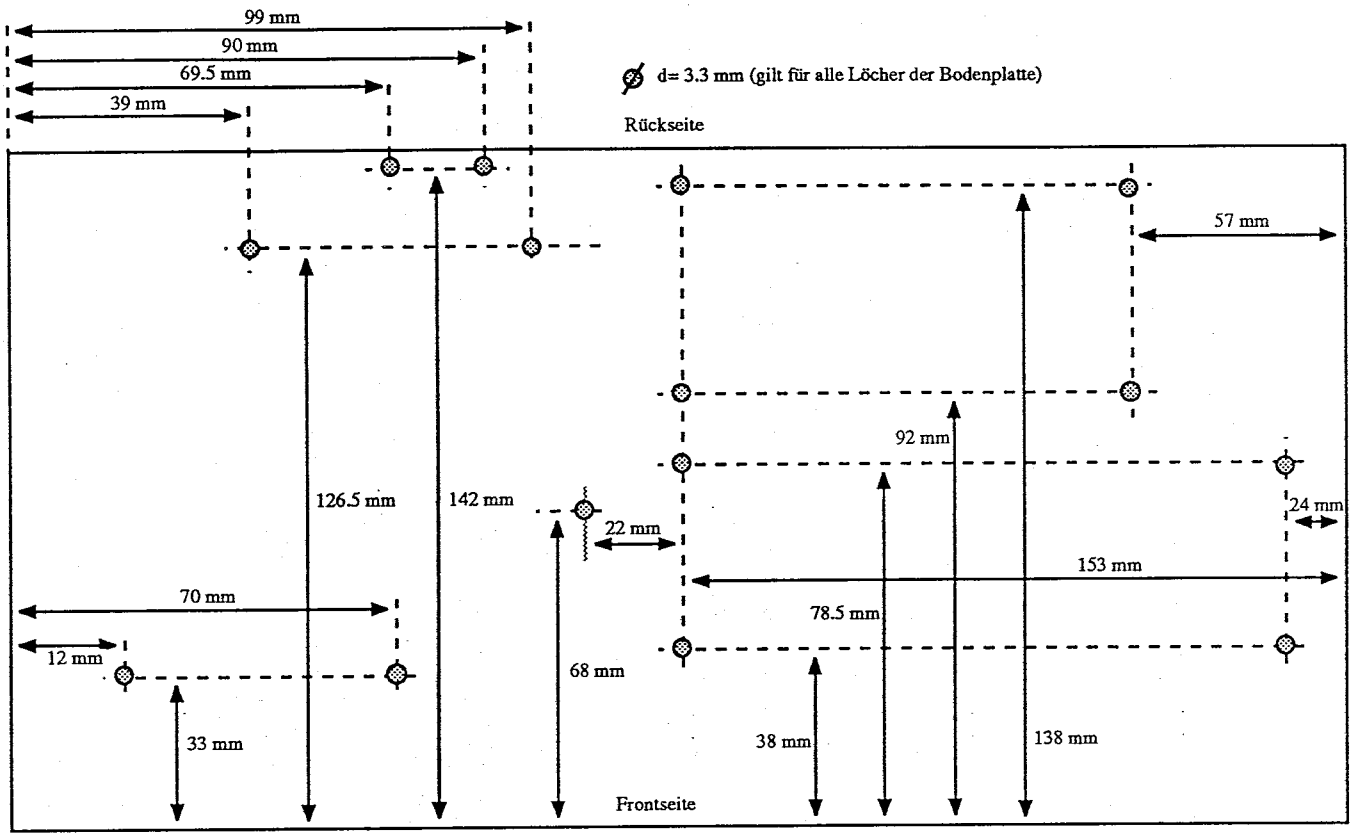
## III.) AUFBAU DER FUNKTIONSGENERATORPLATINE XR 2206 :




- Bestücken und verlöten der Drahtbrücke.
- " der Dioden D1 - D3 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Widerstände R1 - R22.
- " des IC-Sockel`s (Einbaurichtung beachten !).
- " der Trimmer P2 - P6.
- " des Elko C10 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Kondensatoren C1 - C4, C7.
- " der Elkos C5, C6, C8, C9, C11, C12 (Einbaurichtung beachten !).
- " des Gleichrichters Gl 1 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Transistoren T1 - T5 (Einbaurichtung beachten !).
  ACHTUNG : Beim Einbau von T4 und T5 auf Pinbelegung achten (siehe Abb. 10).
- " der Lötnägel (32 Stück).

- Einsetzen des IC 1 (Einbaurichtung beachten !).
- Der Spannungsregler IC 2 wird später beim Einbau in das Gehäuse eingelötet.

IV 3.) Bohren der Bodenplatte :




Bohrlöcher - Bodenplatte (Ansicht von Oben)

IV 4.) Einbau der Platinen :

Einbaulage der Platinen siehe Abb. 11

Netzteilplatine mittels Schrauben und Distanzbolzen auf der Bodenplatte befestigen (siehe Abb.6).

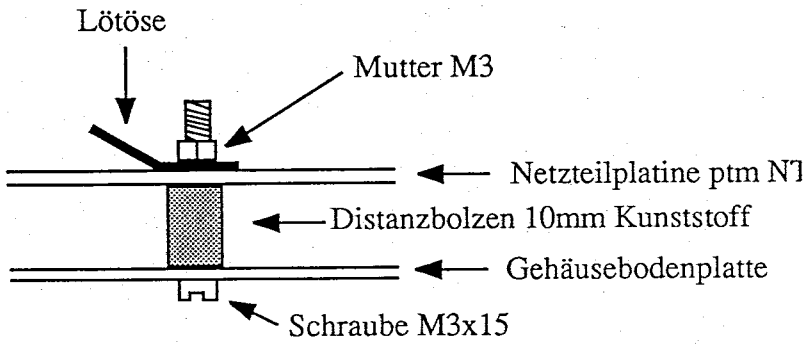



Abb.6 Montage der Netzteilplatine mit Lötöse

ACHTUNG :

**Bei allen Prüf- und Abgleicharbeiten ist auf absoluten Schutz gegen Berühren spannungsführender Teile zu achten, da das Gerät hierbei in geöffnetem Zustand mit dem 220V-Netz verbunden ist. Es dürfen nur fachkundige Personen die Abgleicharbeiten durchführen, wobei einschlägige Sicherheitsbestimmungen unbedingt beachtet werden müssen.**

Das Gerät wird mit dem 220V-Netz verbunden. Schalter POWER muß auf ON geschaltet werden.

Falls vorhanden, wäre das Arbeiten mit einem Regeltrafo ideal (die Spannung kann langsam hochgefahren werden). Mit einem Vielfachmeßgerät kann eine Spannung am Netzteil-Ausgang A und B von ca. 18-20 V AC gemessen werden.

ACHTUNG : **Netzstecker wieder vom Netz trennen !**

Die Stromversorgungskabel für die Vorverstärkerplatine werden abgelängt (siehe Abb. 13 und 14). Eine Seite des Kabels wird an die Lötfahnen (15V AC) der Vorverstärkerplatine angelötet. Das andere Ende wird mit Steckkontakten versehen und mit dem Ausgang A 15V AC der Netzteilplatine verbunden. Die zwei Drahtbrücken des Eingangs INPUT werden mit der BNC-Buchse verlötet (siehe Abb. 14).

Jetzt kann auch die Vorverstärker-Platine überprüft werden.

Der Netzstecker wird erneut mit dem 220V-Netz verbunden.

Folgende Spannungen können gegen Masse gemessen werden:

+12V an der Lötfahne

+ 5V an der Lötfahne

- 5V am IC5 Pin A (Ausgang)

ACHTUNG : **Nach den Messungen ist das Gerät wieder vom Netz zu trennen !**

Wenn alle Spannungen vorhanden sind, ist die Überprüfung der Stromversorgung beendet und der Aufbau kann fortgesetzt werden. Ansonsten ist die Bestückung der Platinen und die Verdrahtung zu kontrollieren.

Die Kabel für die Betriebsspannungen +12V, +5V und Masse, die zur Zählerplatine führen, werden auf der Vorverstärkerplatine an die Lötfahne angelötet und die andere Seite mit Steckkontakten versehen (Kabellängen und Anschlußbelegung siehe Abb. 14).
Das abgeschirmte Kabel, das in der Vorverstärkerplatine eingelötet ist, wird auf der anderen Seite mit Steckkontaken (möglichst kurz) verlötet.

Die Kabel für die Frontplatten-Schalter werden abgelängt (siehe Abb. 14). Eine Seite wird direkt an die Schalter angelötet, das andere Ende mit Steckkontakten versehen, und später mit der Zählerplatine verbunden (siehe Abb. 14).

Die Frontplattenelemente werden mittels der angelöteten Steckerleisten und Steckkontakte mit der Platine XR 2206 verbunden.
An die Steckerleisten Punkt A=Masse und D=SYNC. wird ein abgeschirmtes Kabel angelötet und auf der anderen Seite mit Steckkontakten versehen, die auf der Zählerplatine mit dem Eingang TTL verbunden werden.

Die Verbindung zwischen Netzteil Ausgang B 15VAC und der Funktionsgeneratorplatine Pin 6 und 7 wird mittels zwei Kabel mit Steckkontakten hergestellt.

Als letzstes wird noch die Leuchtdiode LD 1 über dem Netzschalter mit den dafür vorgesehenen Lötnägeln auf der Netzteilplatine ptm NT verbunden. (Steckkontakte verwenden und auf Polung achten !)

Vor dem Einschalten des Gerätes wird die Verdrahtung noch einmal kontrolliert.

Der Netzstecker wird wieder mit 220V-Netzspannung verbunden und die +12V, +5V auf der Zählerplatine und +12V auf der Funktionsgeratorplatine sind nachzumessen.
Das Gerät bleibt für die Inbetriebnahme eingeschaltet.

## V.) ABGLEICH DES GERÄTES :

An dieser Stelle sei noch einmal auf den Berührungsschutz für 220V-Netzspannungsführender Teile hingewiesen!

Leuchtet die Anzeige des Frequenzzählers und LD 1 auf, kann mit dem Abgleich begonnen werden.
Ist dies nicht der Fall, ist das Gerät sofort auszuschalten und alle Teile noch einmal eingehend zu überprüfen.
Die obere LED rechts neben der Siebensegmentanzeige leuchtet immer und signalisiert den Anzeigewert in KHz.

| Anzeige | TIME BASE | RANGE |
|---|---|---|
| 999.999 KHz | 1s | x1 |
| 0999.99 KHz | 0.1s | x1 |
| 9999.99 KHz | 1s | x10 |
| 09999.9 KHz | 0.1s | x10 |

Stimmt die Dezimalpunktanzeige mit der jeweiligen Schalterstellung überein, wird mit dem Abgleich fortgefahren. Ansonsten ist die Zählerplatine noch einmal zu kontrollieren.

Garantiehinweise :

Wir haften für eine einwandfreie Beschaffenheit der verwendeten Bauteile.

Für Halbleiter-Bauteile werden keine Garantieleistungen gewährt.

Bei eigenmächtigen Schaltungsänderungen erlischt ebenfalls jeder Garantieanspruch.

Sollten wider Erwarten Schwierigkeiten beim Zusammenbau entstehen, ist unsere Service-Abteilung gerne bereit, gegen Unkostenerstattung das Gerät instandzusetzen. Der Bausatz ist frei, d.h. ohne Portokosten für uns, sowie ausschließlich komplett zusammengebaut, also auch inklusive Gehäuse, an uns zu schicken. Unfrei aufgegebene Pakete und unvollständige Geräte werden grundsätzlich auf Ihre Kosten zurückgeschickt.

Mit Lötfett oder ähnlichen Flußmitteln gelötete Geräte werden nicht zur Reparatur angenommen. Die Berechnung einer Reparatur erfolgt in jedem Fall nach Aufwand, unabhängig vom Warenwert. Die Bearbeitungszeit beträgt etwa 3 Wochen.

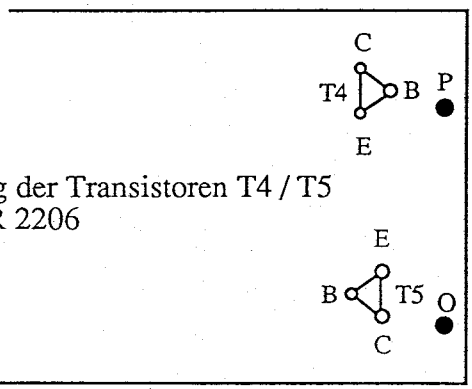
Alle Rechte vorbehalten !

Nachdruck, auch auszugsweise ist untersagt.

Technische Änderungen vorbehalten.

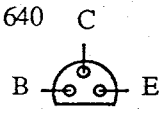
© Ing. Olaf Aistleitner Postfach 6800 Feldkirch Austria

ACHTUNG : Beim Einlöten der Trasistoren T4 / T5 auf die Pinbelegung achten !




Anschlußbelegung der Transistoren T4 / T5
auf der Platine XR 2206

BC 639 / 640




Ansicht von unten

Anschlußbelegung der Transistoren
T4 = BC 639
T5 = BC 640

Abb. 10

## VORVERTSTÄRKER - PLATINE ptm VV 10 / 250 :

### Widerstände:

R 1 = 10 KOhm 0,25W
R 2 = 1 MOhm 0,25W
R 3 = 100 Ohm 0,25W
R 4 = 10 KOhm 0,25W
R 5 = 470 Ohm 0,25W
R 6 = 10 KOhm 0,25W
R 7 = 330 Ohm 0,25W
R 8 = 1 KOhm 0,25W
R 9 = 18 KOhm 0,25W
R 10 = entfällt
R 11 = entfällt
R 12 = entfällt
R 13 = entfällt
R 14 = entfällt
R 15 = entfällt
R 16 = entfällt
R 17 = entfällt
R 18 = entfällt
R 19 = entfällt
R 20 = entfällt

P 1 = entfällt
P 2 = entfällt

### Kondensatoren :

C 1 = 470 nF MKM
C 2 = 100 pF Keramik
C 3 = 100 nF Keramik / MKM
C 4 = 100 nF Keramik / MKM
C 5 = 2,2 uF 63V stehend
C 6 = 47 uF 6V Tantal
C 7 = 47 uF 6V Tantal
C 8 = 100 nF Keramik / MKM
C 9 = 2,2 uF 63V stehend
C 10 = entfällt
C 11 = entfällt
C 12 = entfällt
C 13 = entfällt
C 14 = entfällt
C 15 = entfällt
C 16 = entfällt
C 17 = entfällt
C 18 = entfällt
C 19 = entfällt
C 20 = 220 uF 25V liegend
C 21 = 220 uF 25V liegend
C 22 = 1000 uF 16V liegend
C 23 = 220 nF MKM
C 24 = 220 nF MKM
C 25 = 220 nF MKM
C 26 = 220 nF MKM
C 27 = 220 nF MKM
C 28 = 220 nF MKM

### Induktivitäten :

L1 = 10 uH
L2 = 10 uH
L3 = entfällt
L4 = entfällt

### Halbleiter :

D 1 = 1N4148
D 2 = 1N4148
D 3 = 1N4148
D 4 = 1N4148
D 5 = 1N4007
D 6 = 1N4007
D 7 = 1N4007
D 8 = 1N4007
D 9 = 1N4007
D10 = 1N4007
T 1 = 40673
T 2 = 2N 5179
T 3 = entfällt
T 4 = entfällt
T 5 = entfällt
IC 1 = Spezial IC
IC 2 = entfällt
IC 3 = 7812
IC 4 = 7805
IC 5 = 79L 05

### Sonstiges :

6 Lötfahnen
1 Platine ptm VV 10 / 250

### Einbau - Frequenzzähler :

1 BNC-Buchse
S7 Kippschalter 1pol - UM (COUNTER)
S8 Kippschalter 1pol - UM (TIME BASE)
S9 Kippschalter 1pol - UM (RANGE)

1 Abschirmplatte 100x118 mm einseitig kupferbeschichtet (Befestigungslöcher gebohrt wie Platine ptm VV10 / 250)

Sonstiges :

1 IC - Sockel 16 pol
32 Lötnägel
4 Steckkontakte
1 Steckerleisten 2pol
1 Steckerleisten 3pol
2 Steckerleisten 4pol
3 Steckerleisten 5pol
4 Abstandsbolzen 5 mm Kunststoff
5 Muttern M3
4 Schrauben M3x15
1 Schraube M3x6 (Spannungsregler)
1 Platine XR 2206

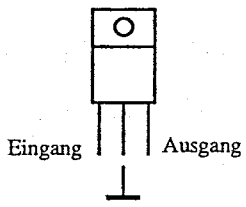
2 Bananenbuchsen rot
2 Bananenbuchsen schwarz
4 Drehknöpfe kpl. (klein)
1 Drehknopf kpl. (groß)
S1 = Stufenschalter : 1 Ebene, 4 Stellungen
S2 = Kippschalter 1pol - UM (fx2)
S3a, S3b, S4, S5 = Stufenschalter:
4 Ebenen, 5 Stellungen
S6 = Stufenschalter : 1 Ebene, 3 Stellungen

Diverse Kabel (Längen siehe Abb. 13 und 14)

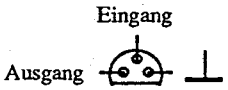
Gehäuse - XR 2206 Counter :

1 Rückplatte
1Frontplatte gebohrt und bedruckt
1 Bodenblech
2 Seitenteile
1 Deckplatte
4 Eckschienen
8 Gehäuseschrauben
4 Klebefüße
1Filterscheibe rot
1 Netzkabel
1 Netzdurchführungstülle

Spannungsregler 7812 / 7805




Spannungsregler 79L05




Ansicht von unten

BF 451 E




Ansicht von unten

BC 547 / 557 B



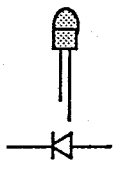

Ansicht von unten

BC 639 / 640 C

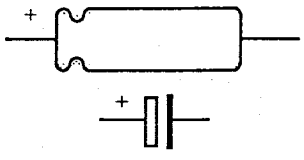



Ansicht von unten

Led 3mm



Elko liegend



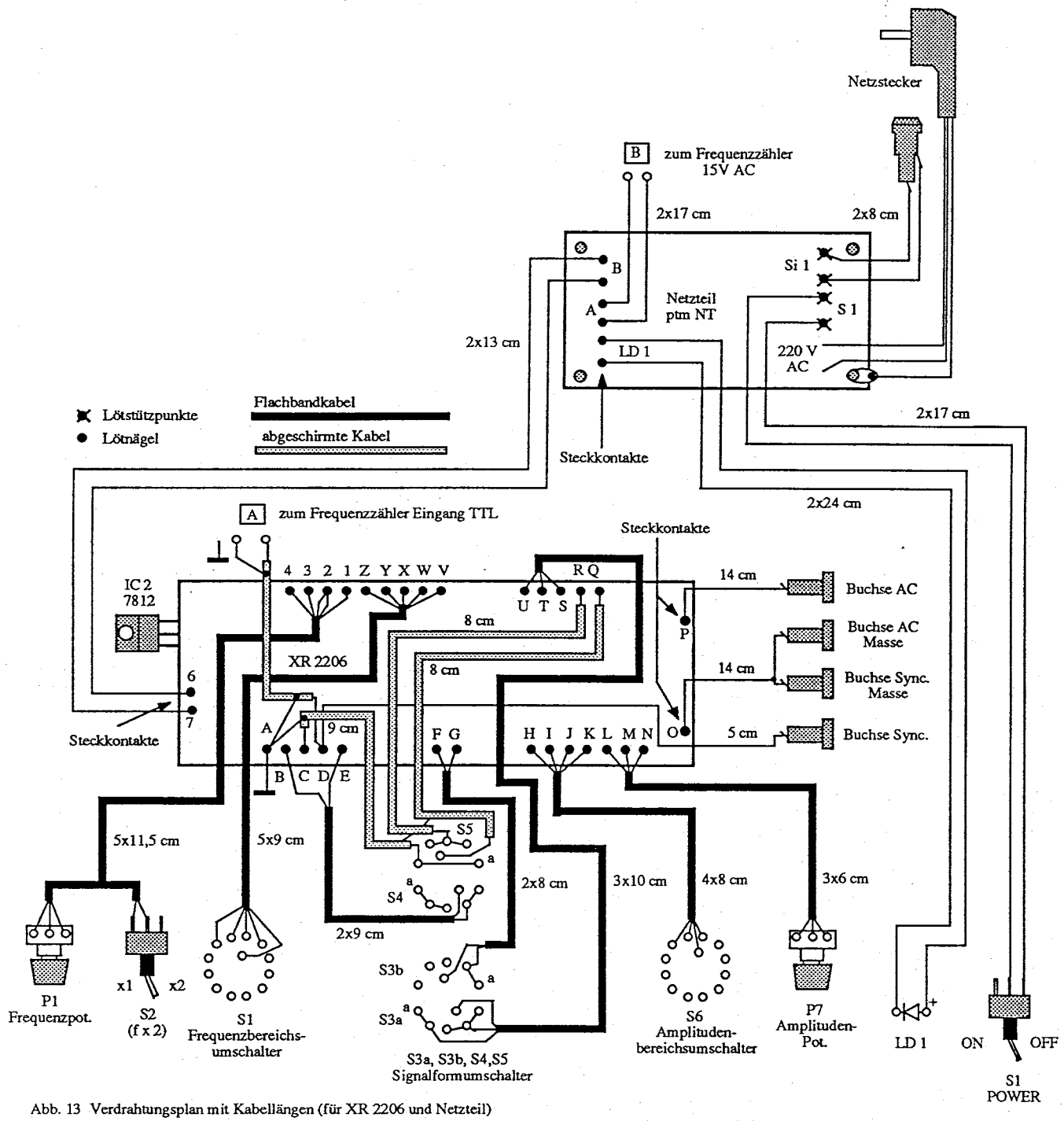



Abb. 13 Verdrahtungsplan mit Kabellängen (für XR 2206 und Netzteil)

# XR 2206 Laborfunktionsgenerator

Der Funktionsgenerator ist ein vielseitiges und nützliches Gerät, das es ermöglicht, Selbstbauschaltungen einfach und schnell zu überprüfen. Er sollte deshalb in der "Grundausstattung" eines Amateurlabors nicht fehlen.
Industriell gefertigte Funktionsgeneratoren haben meist einen entscheidenden Nachteil; sie sind für den Freizeitelektroniker zu teuer. Zumal man dieses Gerät, im Gegensatz zu Servicewerkstätten, in den seltensten Fällen voll auslastet. Aus diesem Grund wurde bei der beschriebenen Schaltung besonderes Augenmerk auf ein günstiges Verhältnis zwischen Anschaffungskosten und praktischem Nutzen gelegt, das sich mit dem Funktionsgenerator-IC XR 2206 erzielen läßt. Die Schaltung erreicht zwar nicht die "Spitzendaten" eines Industriegerätes, zeichnet sich jedoch durch einfachen Aufbau und Abgleich, Vielseitigkeit und praxisgerechte Handhabung aus.

So können die Kurvenformen
Sinus
Dreieck
Rechteck
Rechteck-Impulsfolge
und Sägezahn über einen Schalter abgerufen werden.

Die Skala der Frequenzeinstellung ist linear.
Die erzeugte Frequenz überstreicht einen Bereich von 9Hz.....220KHz. Neben einer speziellen Endstufe, die für eine niedrige Ausgangsimpedanz sorgt, stehen drei geeichte Ausgangsspannungsbereiche zur Verfügung; 0.....10 mV, 0.....100 mV, 0.....1V (effektiv).
Der Abgleich der Schaltung ist auch ohne Oszilloskop möglich. Das Gerät läßt sich sehr kompakt in einem Gehäuse unterbringen.

## Das IC - XR 2206

Das Innenleben des XR 2206 ist in Bild 1 grob skizziert.

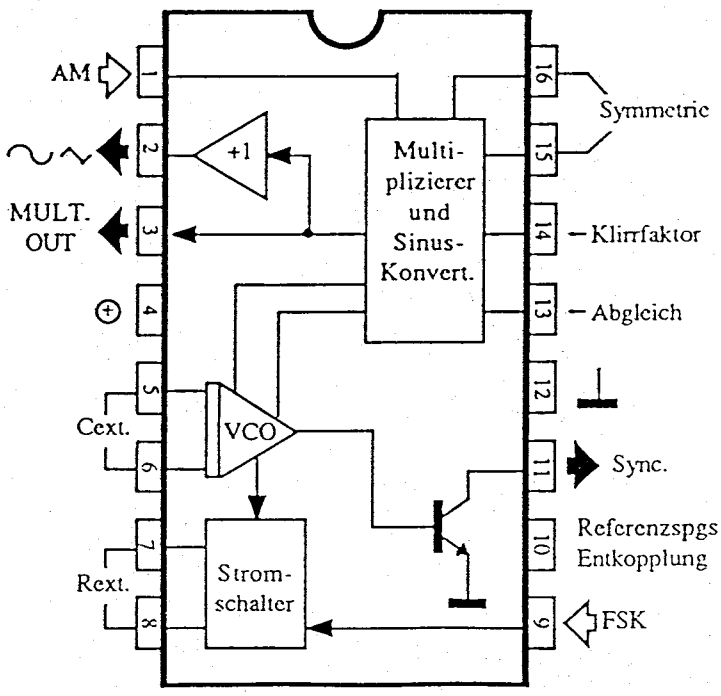



Bild 1. Innenleben des Funktionsgeneratorbaustein XR 2206.

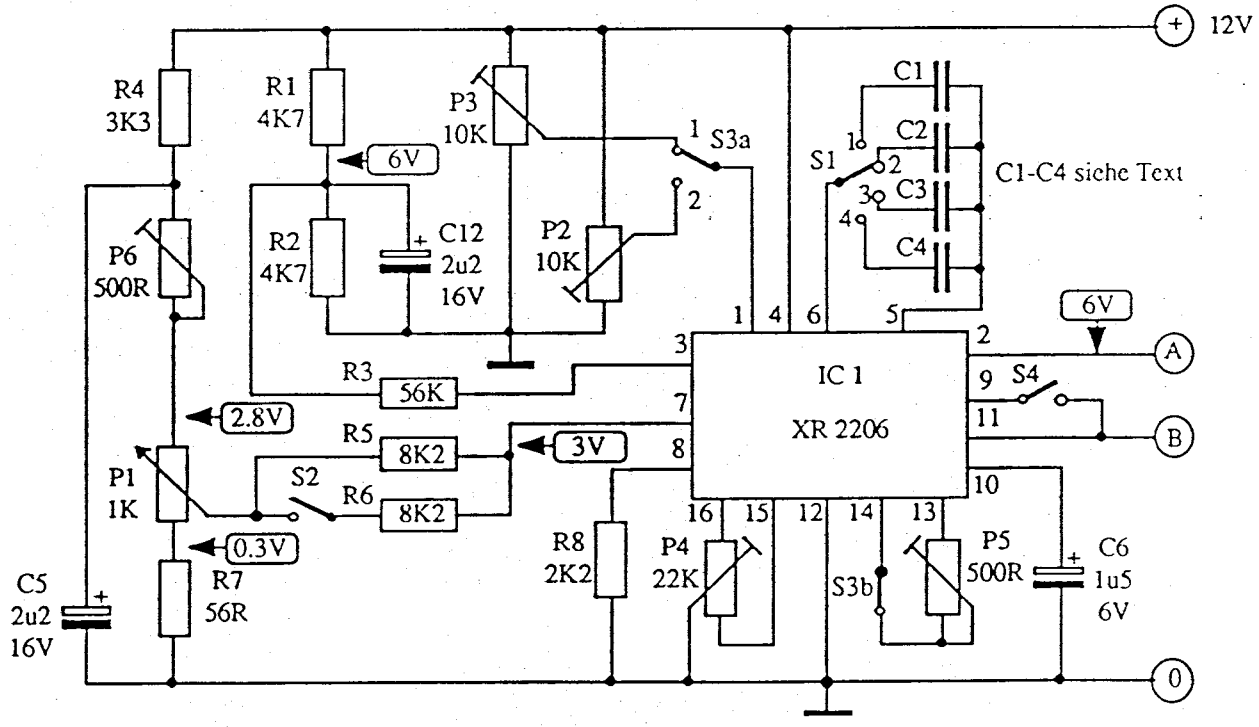
Am Anschlußpunkt 7 des IC's liegt eine konstante Spannung von 3V. Der Strom, der von Pin 7 nach Masse fließt, ist direkt proportional der Ausgangsfrequenz. Ändert man diesen Strom linear, ändert sich auch die Frequenz linear. Die Stromänderung erfolgt mit Hilfe des Spannungsteilers R4, P1, P6 und R7, wobei die Spannung Uf am Schleifer von P1 von Bedeutung ist. Der Spannungsteiler ist so dimensioniert, daß sich die Spannung Uf am Schleifer von P1 zwischen ca. 0.3V und 2.8V einstellen läßt. Die Spannung Uf bestimmt den Spannungsabfall an R5 (= 3V- Uf) und damit nach dem Ohmschen Gesetz auch den durch den Widerstand fließenden, frequenzbestimmenden Strom If. Zwischen Spannungsabfall und Strom besteht ein liniarer Zusammenhang, mit einem linearen Potentiometer ergibt sich dadurch eine lineare Skalenteilung für die Frequenzeinstellung.

$$If = \frac{3V - Uf}{R5} \qquad f = \frac{3V - Uf}{3 \times R5 \times C_{ext.}} \quad (Hz, V, Ohm, F, A)$$

Ist Schalter S2 geschlossen, fließt (unter der Voraussetzung R5 = R6) genau der doppelte Strom, was die Frequenz ebenfalls verdoppelt. Der Einstellbereich von P1 umfaßt etwas mehr als eine Dekade; d.h. z.B. von 9Hz.....110Hz. Der Feinabgleich wird mit P6 vorgenommen.

## Der Generator

Die Gesamtschaltung des Generators zeigt Bild 3.




| S1 | C | f (Hz) | S2 fx2 (Hz) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 uF | 9.....110 | 18.....220 |
| 2 | 0,1 uF | 90.....1100 | 180.....2200 |
| 3 | 10 nF | 0,9.....11 KHz | 1,8.....22 KHz |
| 4 | 1 nF | 9.....110 KHz | 18.....220 KHz |

Bild 3. Der Funktionsgenerator besteht nur aus einem integrierten Schaltkreis und einigen externen Bauteilen.

Die Signale Sinus, Dreieck und Sägezahn vom Ausgang A des Generatorteils gelangen über S5 an die Basis von T1. Das Rechteck- und Impulssignal liefert der Ausgang B des Generators, bei diesem Ausgang handelt es sich um den Kollektoranschluß eines im IC enthaltenen Schalttransistors (siehe Bild 1). R9 ist der Kollektorwiderstand dieses Transistors und bildet gleichzeitig zusammen mit R10 einen Spannungsteiler, der die Amplitude des Rechtecksignals auf ca. 4,5V begrenzt. Dadurch wird der Synchronausgang (Sync.) TTL-kompatibel, er ist darüberhinaus kurzschlußfest und kann zum Ansteuern von TTL-Schaltungen, zu Synchronisationszwecken und als Triggerquelle für Oszilloskope dienen. T1 sorgt als Emitterfolger für eine Anpassung des niederohmigen Ausgangsteilers (R11, R12, R13) an die mit 600 bzw. 2000 Ohm relativ hochohmigen Generatorausgänge. Der Spannungsteiler besitzt die Verhältnisse 1, 10 und 100 und unterteilt so die Generator-Ausgangsamplitude in drei dekadische, mit S6 umschaltbare Bereiche. Innerhalb der Bereiche kann die Ausgangsspannung kontinuierlich mit P7 eingestellt werden. Die eigentliche Endstufe ist mit den Transistoren T2 bis T5 als gleichspannungsgekoppelter Impedanzwandler ohne Spannungsverstärkung ausgeführt. T2 und T3 bilden einen Emitterfolger mit komplementärer Darlingtonstufe, der für eine hohe Eingangsimpedanz der Endstufe und niederohmige Ansteuerung der ebenfalls komplementären Ausgangstransistoren T4 und T5 sorgt. Die hohe Eingangsimpedanz hält die Belastung von P7 gering und erlaubt die Verwendung eines Folienkondensators für C7. Durch die Dioden D1.....D3 erhalten die Transistoren T4 und T5 eine Basisvorspannung, die einen Ruhestrom von ca. 30mA über die Emitterwiderstände fließen läßt. Diese Maßnahme verringert wirksam die Übernahmeverzerrungen der Endstufe. C9 koppelt das Ausgangssignal gleichspannungsfrei aus, die Ausgangsimpedanz am AC-Ausgang beträgt ca. 5 Ohm, so daß Lautsprecher ohne weiteres angeschlossen werden können.

## Das Netzteil

Bild 5 zeigt das einfache, mit einem integrierten Spannungsregler aufgebaute Netzteil, das eine Spannung von 12V liefert.

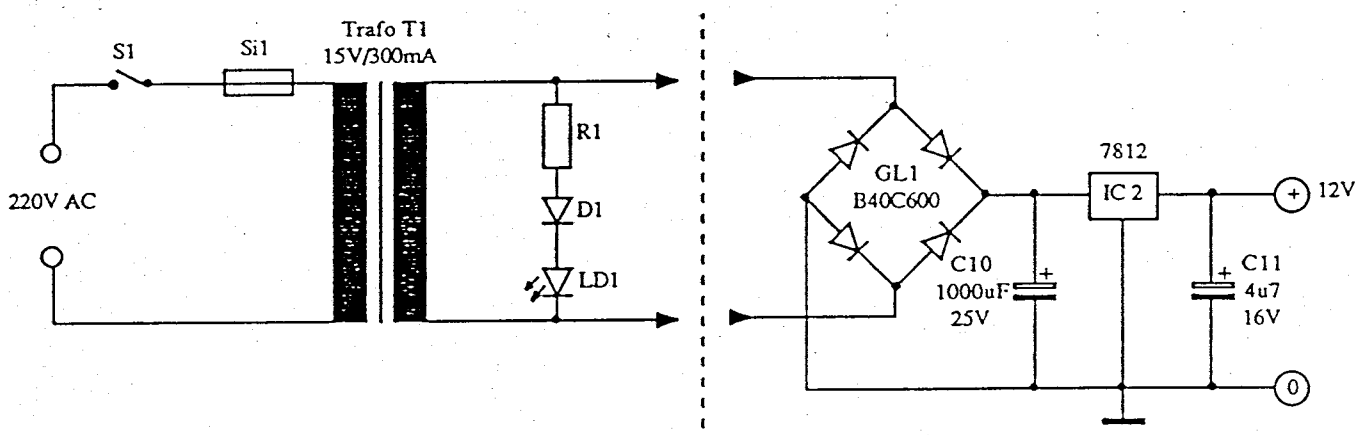



Bild 5. Netzteil (Print NT)

Gleichrichtung, Siebung und Spannungsstabilisierung (Print XR 2206)

Da Netzteil, Generator und Endstufe auf einer einzigen Platine untergebracht sind, braucht lediglich die Netzteilplatine ptm NT (Ausgang A 15V AC) mit der Generatorplatine verbunden zu werden. Eine LED zeigt den Betriebszustand an.

## Platine und Frontplatte

Der gesamte Generator ist auf einer Platine (Bild 6) untergebracht, was den Aufbau wesentlich erleichtert. Im Wipp-Netzschalter POWER (PWR) ist eine LED (LD1) zur Betriebskontrolle eingebaut. Rechts daneben befindet sich das Potentiometer P1. Die große Skala erlaubt eine übersichtliche Frequenzeinstellung. Mit dem Schalter "Hz" (x1, x10, x100 und x1000) kann man den gewünschten Frequenzbereich wählen; also 10.....110Hz, 100.....1.1KHz, 1KHz.....11KHz und 10KHz.....110KHz.

## Der Abgleich

ACHTUNG :

**Bei allen Prüf- und Abgleicharbeiten ist auf absoluten Schutz gegen Berühren spannungsführender Teile zu achten, da das Gerät hierbei in geöffnetem Zustand mit dem 220V-Netz verbunden ist. Es dürfen nur fachkundige Personen die Abgleicharbeiten durchführen, wobei einschlägige Sicherheitsbestimmungen unbedingt beachtet werden müssen.**

Nachdem die Bestückung der Platinen und die Verdrahtung der externen Schalter und Potis vorgenommen wurde, ist der ganze Aufbau sorgfältig zu kontrollieren. Danach kann man das Gerät einschalten und die Betriebsspannung messen, die um höchstens 10% von 12V abweichen sollte.

### Amplitudenabgleich

Zunächst ist S6 in Stellung 1 (bzw. x100) zu bringen und P7 zum rechten Anschlag zu drehen (maximale Amplitude).
Sinussignal wählen, mit einer Frequenz von ca. 1KHz.
P2 auf Minimum; d.h. Schleifer an Masse P4 und P5 in Mittelstellung.
An den Ausgang (AC) des Gerätes ist ein Vielfachmeßgerät anzuschließen, das ein Wechselspannungsmeßbereich von $2V_{eff}$ aufweist. Mit P2 eine Ausgangsspannung von $1V_{eff}$ oder $2V_{eff}$ einstellen. Dazu folgende Anmerkung: Der Vorteil der höheren Ausgangsspannung von $2V_{eff}$ wird mit dem Nachteil einer schlechteren Kurvenform bei hohen Frequenzen (über ca. 50KHz) erkauft. Deshalb die Empfehlung, $1V_{eff}$ einzustellen, um bei Frequenzen bis ca. 200KHz noch eine brauchbare Kurvenform zu erhalten. Um den im Datenblatt angegeben niedrigen Klirrfaktor von typ. 0,5% zu erreichen, ist ein weiterer Abgleich unumgänglich, der jedoch ein Klirrfaktormeßgerät erfordert.
Dazu noch ein Hinweis : Trotz sorgfältigen Platinen-Layouts und abgeschirmter Leitungen von und zu S5 tritt (größtenteils im IC selbst) Übersprechen zwischen Rechteck- und Sinusausgang auf, was mit zunehmender Frequenz der Sinuskurve Nadelimpulse überlagert. Für Anwendungen, die einen möglichst niedrigen Klirrfaktor erfordern, kann man den Rechteckausgang Sync. kurzschließen und so die Störquelle beseitigen. Zunächst wird mit P5 auf minimale Verzerrung des Ausgangssignals abgeglichen und mit P4 der Feinabgleich vorgenommen.
Steht kein Klirrfaktormeßgerät zur Verfügung, hat sich die Mittelstellung des Potis P4 und P5 als günstig erwiesen.
Die Amplitude des Dreieck- und Sägezahn Signals kann man mit P3 einstellen.
Auf Dreieck umschalten und mit Hilfe von P3 am Meßgerät eine Spannung von ca. 0.8V einstellen.
Der Abgleich mit einem Oszillografen ist natürlich auch möglich.
Sinus : Mit P2 auf $2,82V_{ss}$ abgleichen (entspricht $1V_{eff}$), bzw. $5,65V_{ss}$ ($2V_{eff}$).
Dreieck : Mit P3 auf 2,82 $V_{ss}$, bzw. $5,65V_{ss}$ abgleichen.
Damit ist der Amplitudenabgleich beendet.

### Frequenzabgleich

Der Frequenzabgleich sollte im meistverwendeten Bereich vorgenommen werden z. B. bei 1KHz (S1 x 10, P1 auf 100 einstellen). Ein Frequenzähler an den Synchronausgang anschließen und mit P6 auf 1KHz abgleichen. Steht kein Frequenzzähler zur Verfügung, genügt es P6 in Mittelstellung zu bringen.

Garantiehinweise :

Wir haften für eine einwandfreie Beschaffenheit der verwendeten Bauteile.

Für Halbleiter-Bauteile werden keine Garantieleistungen gewährt.

Bei eigenmächtigen Schaltungsänderungen erlischt ebenfalls jeder Garantieanspruch.

1 Steckerleiste 2 pol.
1 Steckerleiste 3 pol.
2 Steckerleisten 4 pol.
3 Steckerleisten 5 pol.
4 Abstandsbolzen 5 mm Kunststoff
5 Muttern M3
4 Schrauben M3x15
1 Schraube M3x6 (7812)
1 Platine XR 2206

Netzteil - Platine ptm NT :

R1 = 1 KOhm
D1 = 1N4148
LD1 = Leuchtdiode im Schalter POWER (PWR) eingebaut. Polung beachten !
1 Anschlußklemme 220V
T1 = Trafo 15V/ 300 mA
6 Lötstützpunkte
2 Lötnägel
2 Steckkontakte
1 Platine ptm NT
4 Abstandsbolzen 10 mm Kunststoff
4 Muttern M3
4 Schrauben M3x20
1 Lötöse 3 mm

Gehäuse - Frequenzgenerator :

1 Rückplatte
1 Frontplatte gebohrt und bedruckt
1 Bobenplatte
2 Seitenteile
1 Deckplatte
4 Eckschienen
8 Gehäuseschrauben
4 Klebefüße
Si1 = Sicherungshalter mit Sicherung 160 mA
1 Netzkabel
1 Netzkabeldurchführungstülle
1 Wipp - Netzschalter
2 Bananenbuchsen ROT
2 Bananenbuchsen SCHWARZ
4 Drehknöpfe kpl. (klein)
1 Drehknopf kpl. (groß)
S1 = Stufenschalter : 1 Ebene, 4 Stellungen
S2 = Kippschalter 1pol - UM (fx2)
S3a, S3b, S4, S5 = Stufenschalter; 4 Ebenen, 5 Stellungen
S6 = Stufenschalter : 1 Ebene, 3 Stellungen

Diverse Kabel (Längen siehe Abb. 7b)

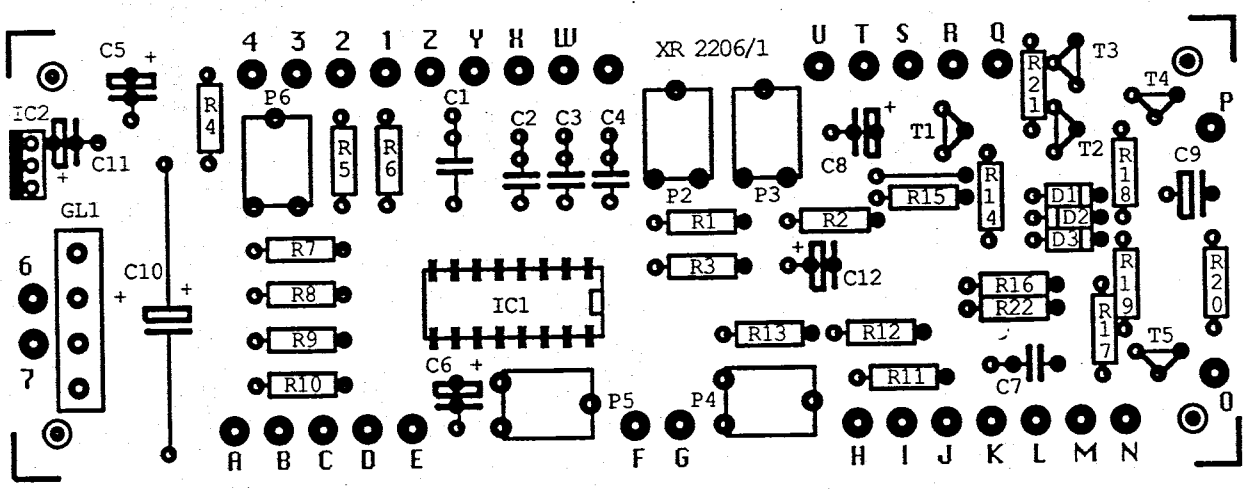
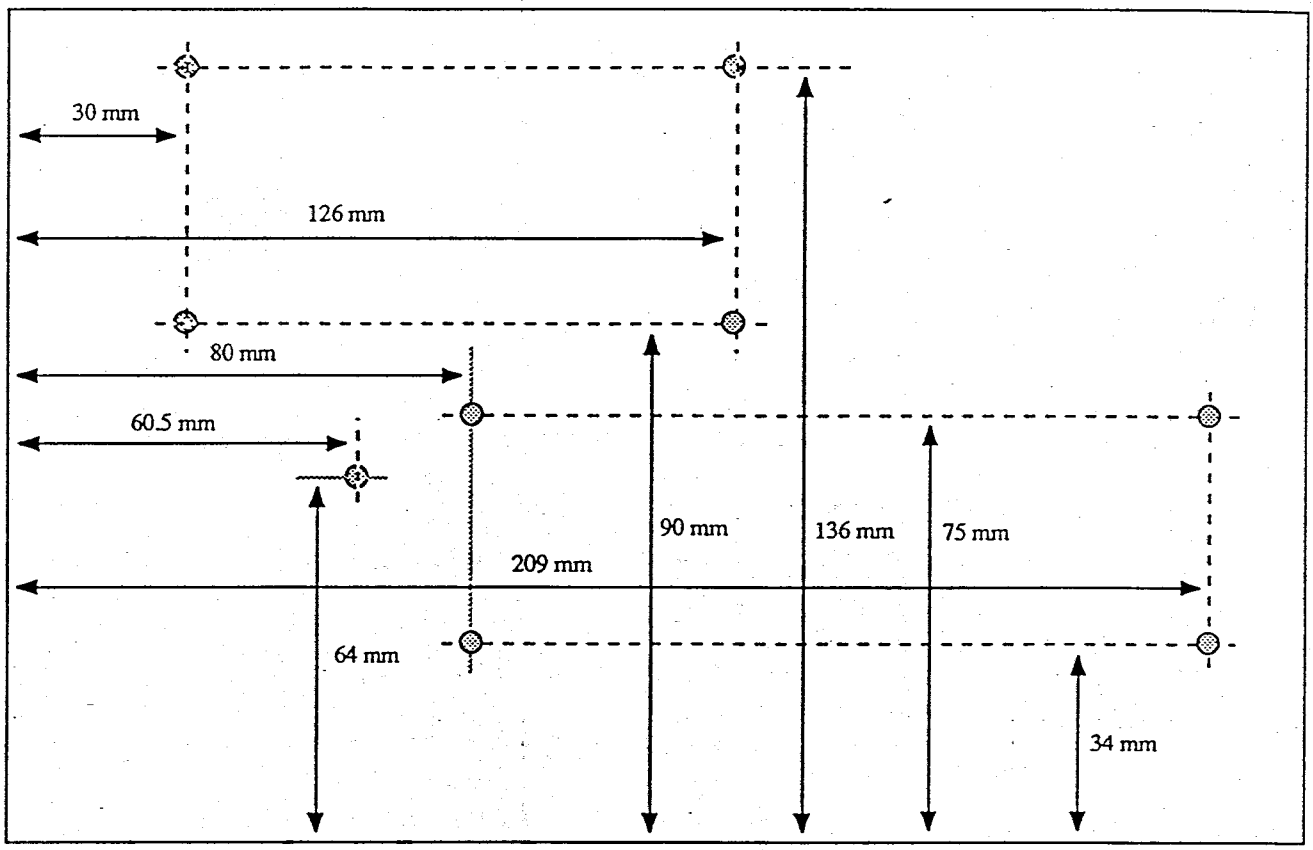
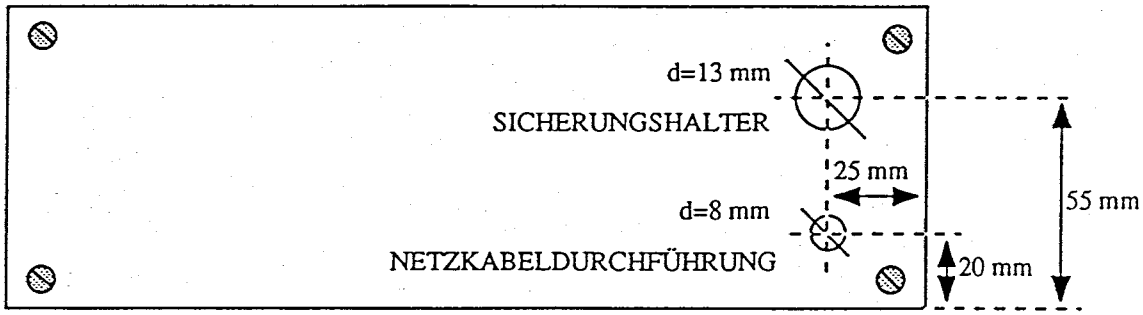



Bild 6. Bestückungsplan für Platine XR 2206

⌀ d= 3.3 mm (gilt für alle Löcher der Bodenplatte)




Bohrlöcher - Bodenplatte (Ansicht von Oben)




Bohrlöcher - Rückplatte (Ansicht von Hinten)

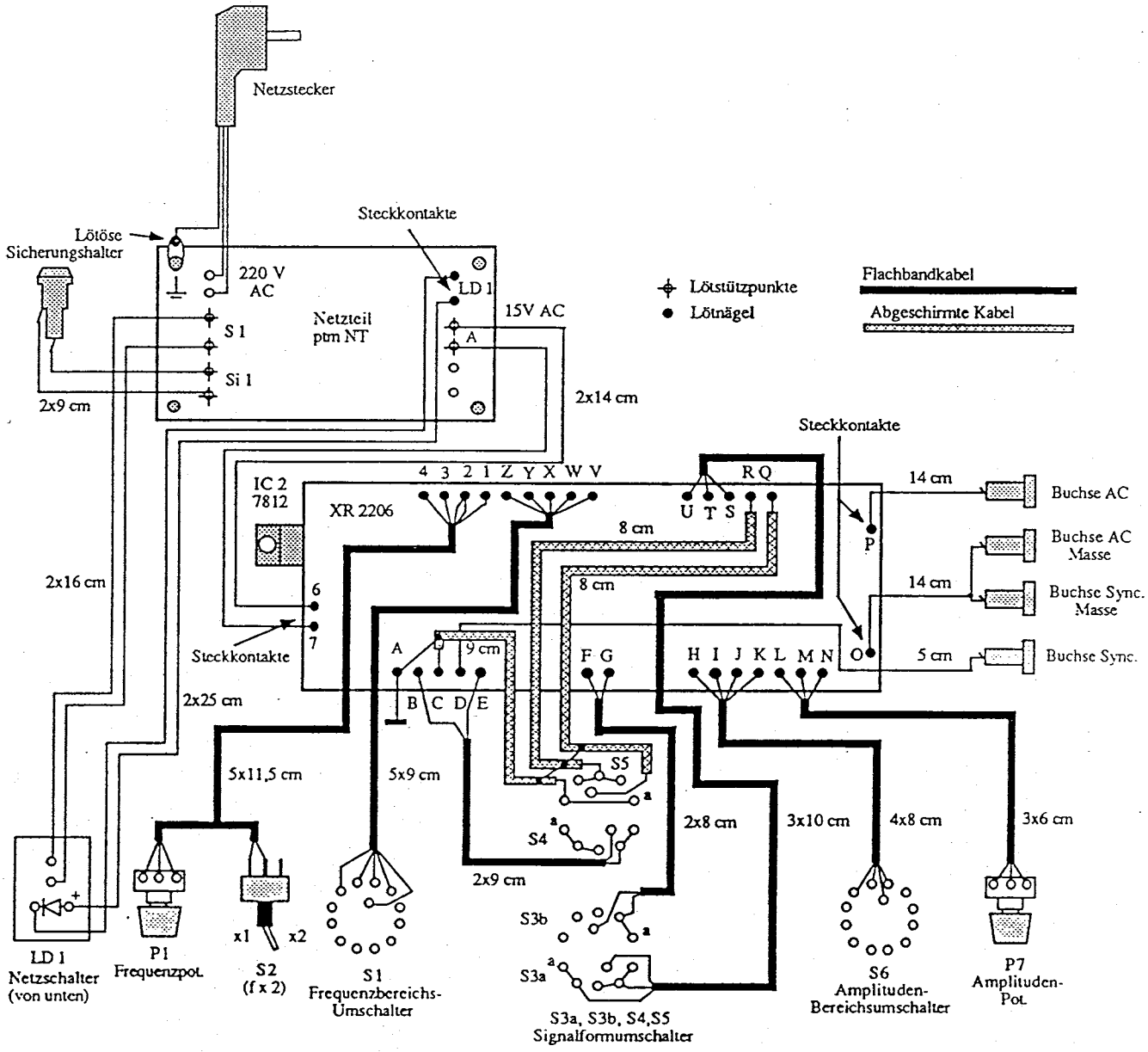
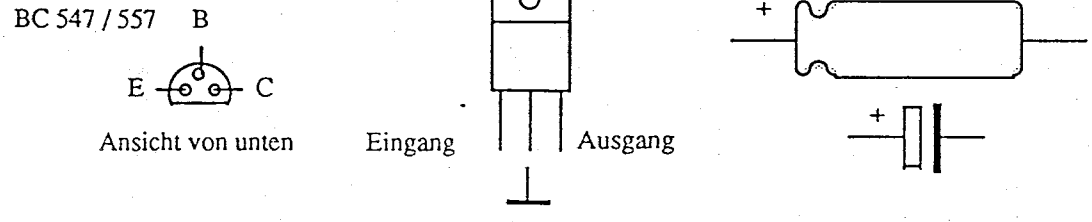



BILD 7b. Verdrahtungsplan mit Kabellängen (für XR 2206 und Netzteil)



BC 547 / 557 B

E C

Ansicht von unten

Spannungsregler 7812

Eingang Ausgang

Elko liegend

BC 639 / 640 C

B E

Ansicht von unten

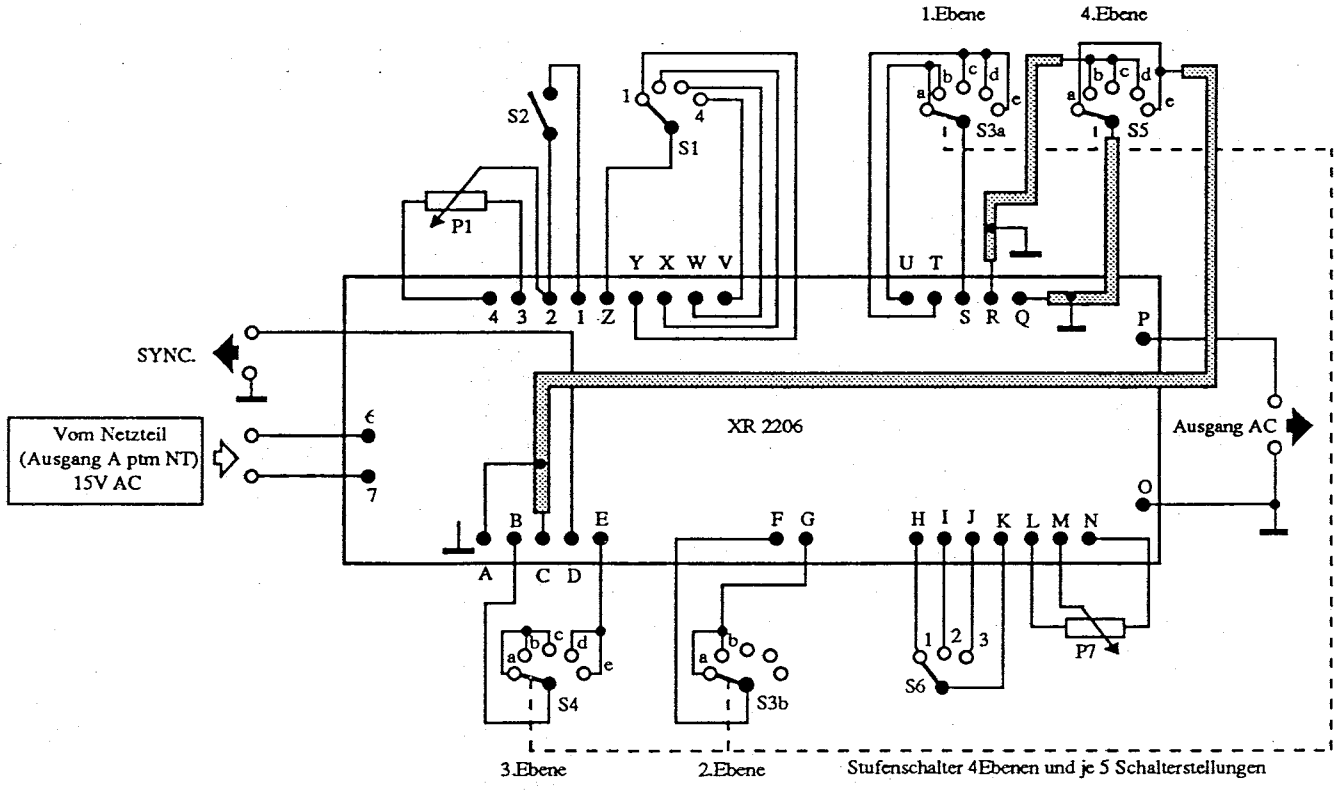



BILD 7a. Verdrahtungsplan für Buchsen, Schalter und Potentiometer der Frontplatte.

Sollten wider Erwarten Schwierigkeiten beim Zusammenbau entstehen, ist unsere Serviceabteilung gerne bereit, gegen Unkostenerstattung das Gerät instandzusetzen. Der Bausatz ist frei, d.h. ohne Portokosten für uns, sowie ausschließlich komplett zusammengebaut, also auch inklusive Gehäuse, an uns zu senden. Unfrei aufgegebene Pakete und unvollständige Geräte werden grundsätzlich auf Ihre Kosten zurückgeschickt.

Mit Lötfett oder ähnlichen Flußmitteln gelötete Geräte werden nicht zur Reparatur angenommen.
Die Berechnung einer Reparatur erfolgt in jedem Fall nach Aufwand, unabhängig vom Warenwert.
Die Bearbeitungszeit beträgt etwa 3 Wochen.

Alle Rechte vorbehalten !

Nachdruck, auch auszugsweise ist untersagt.

Technische Änderungen vorbehalten.

© Ing. Olaf Aistleitner Postfach 6800 Feldkirch Austria

## BAUTEILLISTE FUNKTIONSGENERATOR XR 2206

### Funktionsgenerator - Platine :

#### Widerstände :

R 1 = 4,7 KOhm
R 2 = 4,7 KOhm
R 3 = 56 KOhm
R 4 = 3,3 KOhm
R 5 = 8,2 KOhm
R 6 = 8,2 KOhm
R 7 = 56 Ohm
R 8 = 2,2 KOhm
R 9 = 5,6 KOhm
R10 = 3,3 KOhm
R11 = 3,3 KOhm
R12 = 330 Ohm
R13 = 39 Ohm
R14 = 15 KOhm
R15 = 22 KOhm
R16 = 220 KOhm
R17 = 470 Ohm
R18 = 10 Ohm
R19 = 10 Ohm
R20 = 3,3 KOhm
R21 = 10 KOhm
R22 = 4,7 KOhm

P1 = 1 KOhm Drahtpotentiometer
P2 = 10 KOhm Trimmer
P3 = 10 KOhm Trimmer
P4 = 22 KOhm Trimmer
P5 = 500 Ohm Trimmer
P6 = 500 Ohm Trimmer
P7 = 10 KOhm lin Potentiometer

#### Kondensatoren :

C1 = 1 uF MKM
C2 = 100 nF MKM
C3 = 10 nF MKM
C4 = 1 nF MKM
C5 = 2,2 uF/16V stehend
C6 = 1,5 uF/ 6V Tantal
C7 = 680 nF MKM
C8 = 2,2 uF/16V stehend
C9 = 470 uF/16V stehend
C10 = 1000 uF/25V liegend
C11 = 4,7 uF/16V stehend
C12 = 2,2 uF/16V stehend

#### Halbleiter :

GL1 = B 40 C600
D1 = 1N4148
D2 = 1N4148
D3 = 1N4148
IC1 = XR 2206
IC2 = 7812
T1 = BC 547 (107, 108, 109, 546, 548) B
T2 = BC 547 (107, 108, 109, 547, 548) C
T3 = BC 557 (177, 178, 179, 556, 558) B
T4 = BC 639
T5 = BC 640

#### Sonstiges :

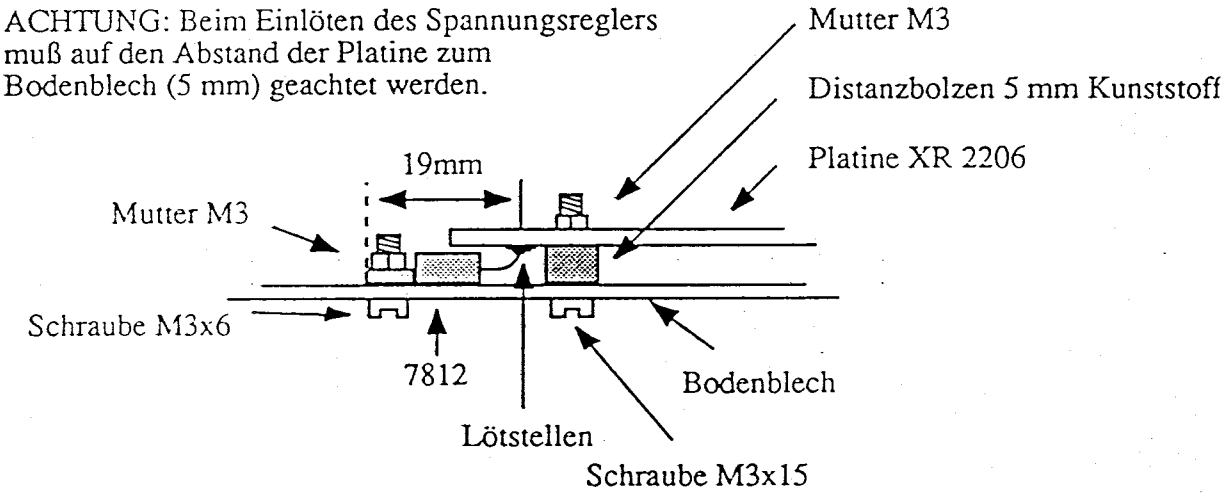
1 IC - Sockel 16 pol.
32 Lötnägel
4 Steckkontakte

Diese Frequenzen lassen sich mit dem Schalter f x 2 jeweils verdoppeln, sodaß insgesamt acht Frequenzbereiche zur Verfügung stehen. Der Wahlschalter für die verschiedenen Kurvenformen befindet sich rechts daneben. Die Ausgangsspannung kann stufenlos von 0.....10 mV, 0.....100 mV, und 0.....1000 mV eingestellt werden, wobei die Bereichswahl mit dem Schalter "mV" (x1, x10 und x100) erfolgt. Das Ausgangssignal liegt an den Buchsen "AC" und das Synchronisationssignal an den Buchsen "Sync.".

## Verdrahtung und Aufbau

Um den Aufbau des Funktionsgenerators zu erleichtern, ist in Bild 7a und 7b ein Verdrahtungsschema angegeben. Inbesondere die Verdrahtung des Wahlschalters für die verschiedenen Kurvenformen scheint auf den ersten Blick recht kompliziert zu sein. Es ist ein Stufenschalter mit 4 Ebenen und 5 Schalterstellungen erforderlich, der zunächst "intern" zu verdrahten und dann mit den entsprechenden Anschlüssen auf der Platine zu verbinden ist (siehe Bild 7a und 7b). Für die Verdrahtung des Schalters S5 wird empfohlen, abgeschirmtes Kabel zu verwenden, um ein Übersprechen des auf diesen Leitungen anstehenden Rechtecksignals zu vermeiden. Die Verdrahtung der Schalter S1, S2 und S6 sowie der Ausgänge AC und Sync. ist unproblematisch.
Da der Spannungsregler IC2 (7812) zur besseren Wärmeableitung direkt auf der Bodenplatte montiert wird, ist die Montageanweisung (BILD unten) zu beachten.

ACHTUNG: Beim Einlöten des Spannungsreglers muß auf den Abstand der Platine zum Bodenblech (5 mm) geachtet werden.




Montage der Platine XR 2206 und des Spannungsreglers (Seitenansicht).

## Bauteilhinweise

Für P1 ist ein Drahtpotentiometer empfehlenswert, da diese meist eine bessere Linearität als Kohleschichtpotentiometer aufweisen. Natürlich kann man auch ein 10-Gang-Wendelpoti mit Feintrieb einsetzen. Damit läßt sich die Frequenz sehr genau einstellen, jedoch muß man dafür auch etwas tiefer in die Tasche greifen. Für die Kondensatoren C1.....C4 sind ausschließlich hochwertige Typen (MKM) zu verwenden.

Die Detailschaltung Bild 2 ist sicherlich leicht wiederzufinden und braucht deshalb nicht mehr erklärt zu werden. Anschluß 2 ist der Ausgang für Sinus, Dreieck und Sägezahn. Rechteck und Rechteckimpulsfolge liefert Pin 11. C1 bis C4 sind die frequenzbestimmenden Kondensatoren (Cext.).
Die Bereichswahl erfolgt mit S1. C5, C6 und C12 sind Siebkondensatoren. Der Spannungsteiler R1, R2 halbiert die Betriebsspannung und bestimmt über Pin 3 die Gleichspannungseinstellung des IC's, die Gleichspannung am Anschluß 2 beträgt dadurch ebenfalls

$$\frac{Ub}{2} = 6V.$$

Mit P2 und P3 wird die Amplitude des Ausgangssignals eingestellt. Der Abgleich erfolgt getrennt für Sinus (P2) und Dreieck / Sägezahn (P3), damit der Spitze / Spitze-Wert aller drei Spannungen gleich ist, wobei die Umschaltung mit S3a erfolgt. Trimmpoti P4 dient zur Einstellung der Symmetrie der Kurvenformen Dreieck und Sinus, für den Klirrfaktorabgleich der Sinusfunktion ist P5 vorgesehen.Die Umschaltung zwischen Dreieck und Sinus ist die Aufgabe des Kontakts S3b. Ist Schalter S4 geschlossen, liegt am Ausgang A ein Sägezahnsignal. Dabei wird die integrierte Stromquelle im Takt des an B liegenden Rechtecksignals von Anschluß 7 nach 8 geschaltet. Die Steilheit der abfallenden Flanke hängt von R8 ab. Der Widerstandswert von R8 sollte nicht kleiner als 1KOhm sein.

## Die Ausgangsstufe

Von einem guten Signalgenerator erwartet man eine niederige Ausgangsimpedanz und eine leicht einstellbare, definierte Ausgangsspannung. Diese Forderungen erfüllt die in Bild 4 gezeichnete Ausgangsstufe.

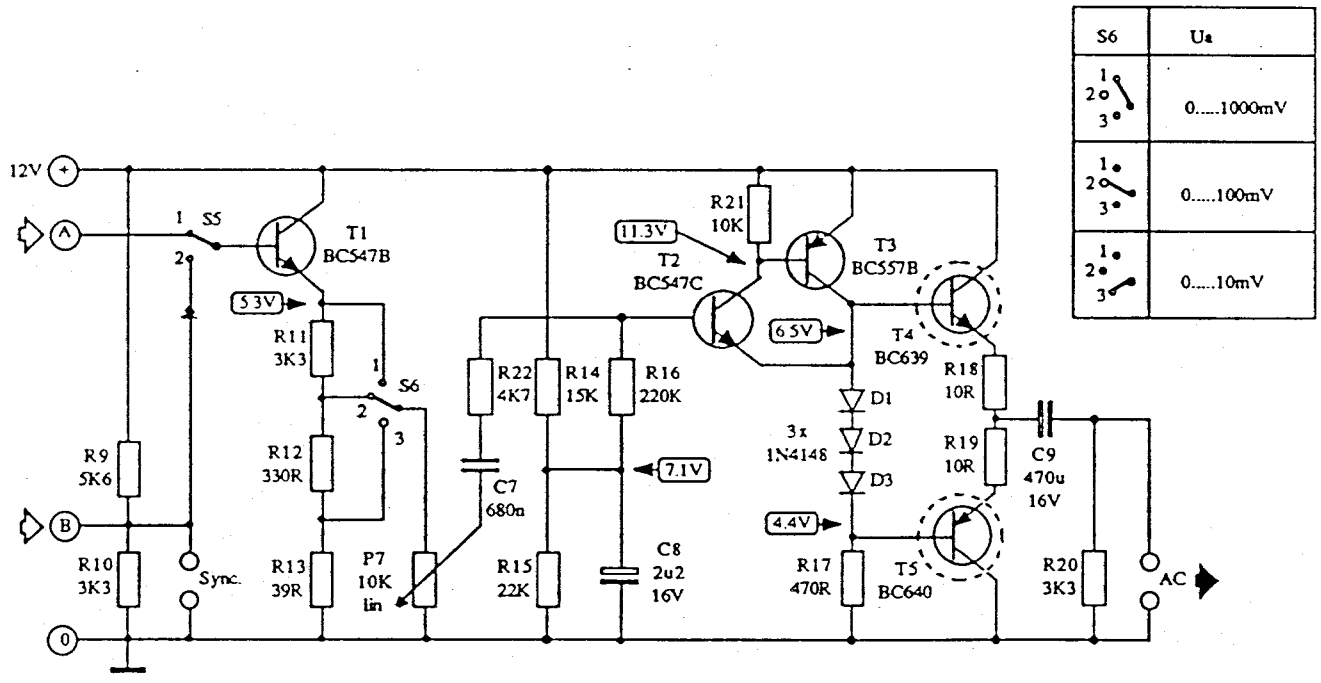



Bild 4. Die Ausgangsstufe verleiht dem Generator einen niederigen Ausgangswiderstand und ermöglicht eine definierte Einstellung der Ausgangsspannung.

Wichtigster Bestandteil ist der VCO, eigentlich ein stromgesteuerter Oszillator, dessen Frequenz von den beiden Komponenten $C_{ext}$ und $R_{ext}$ bestimmt wird.
Ein integrierter Transistor entkoppelt den Ausgang des VCO's. Sein Kollektor ist an Pin 11 zugänglich. Abhängig von dem logischen Zustand am FSK-Eingang (Pin 9), ist der Anschluß 7 oder 8 aktiviert, so daß die Möglichkeit besteht, durch unterschiedliche Beschaltung dieser beiden Ausgänge eine Frequenzumtastung (FSK = frequency shift keying) vorzunehmen. Der Multiplizierer und Sinuskonverter sorgt für die weitere Signalaufbereitung. Für den Symmetrie- und Klirrfaktorabgleich sind weitere Anschlüsse vorhanden (13.....16). Der Gleichspannungsanteil der Ausgangsspannung wird über Anschluß 3 eingestellt. Über einen Spannungsfolger steht das Sinus- Dreieck- und Sägezahnsignal niederohmig an Pin 2 zur Verfügung. Der AM-Eingang (Pin 1) ermöglicht eine Amplitudeneinstellung und Modulation des Oszillatorsignals.

## Die lineare Frequenzeinstellung

Die Spannung an den Punkten 7 und 8 wird im IC auf 3V (typ.) stabilisiert, wobei die Temperaturdrift sehr gering ist ($6 \times 10^{-5}$ /C°). Der entnommene, bzw. über einen Widerstand nach Masse fließende Strom (If) darf zwischen 1 uA und 3 mA variieren. Die geringste Temperaturdrift ergibt sich allerdings bei Strömen zwischen 15 uA und 750 uA. Von diesem Strom If und der externen Kapazität $C_{ext}$ hängt die Oszillatorfrequenz ab.
Der formelmäßige Zusammenhang lautet:

$$f = \frac{If}{3 \times C_{ext.}} \quad (Hz, A, F) \qquad f = \frac{1}{R_{ext.} \times C_{ext.}}$$

Aus der letzten Formel resultiert eine hyperbelförmige, also nichtlineare Frequenzeinstellung. Man würde also ein "umgekehrt" logarithmisches Potentiometer benötigen, um eine annähernd lineare Frequenzeinstellung zu erzielen. Durch einen kleinen Schaltungstrick ist es jedoch möglich, auch mit einem linearen Potentiometer eine lineare Frequenzeinstellung zu realisieren.
Bild 2 zeigt die entsprechende Teilschaltung.

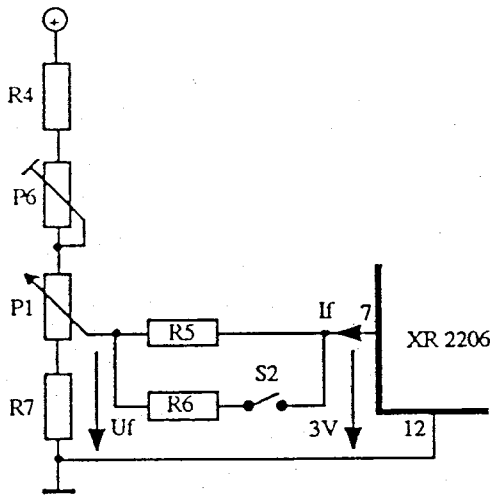



Bild 2. Diese Beschaltung des XR 2206 ermöglicht eine lineare Teilung der Frequenzskala.

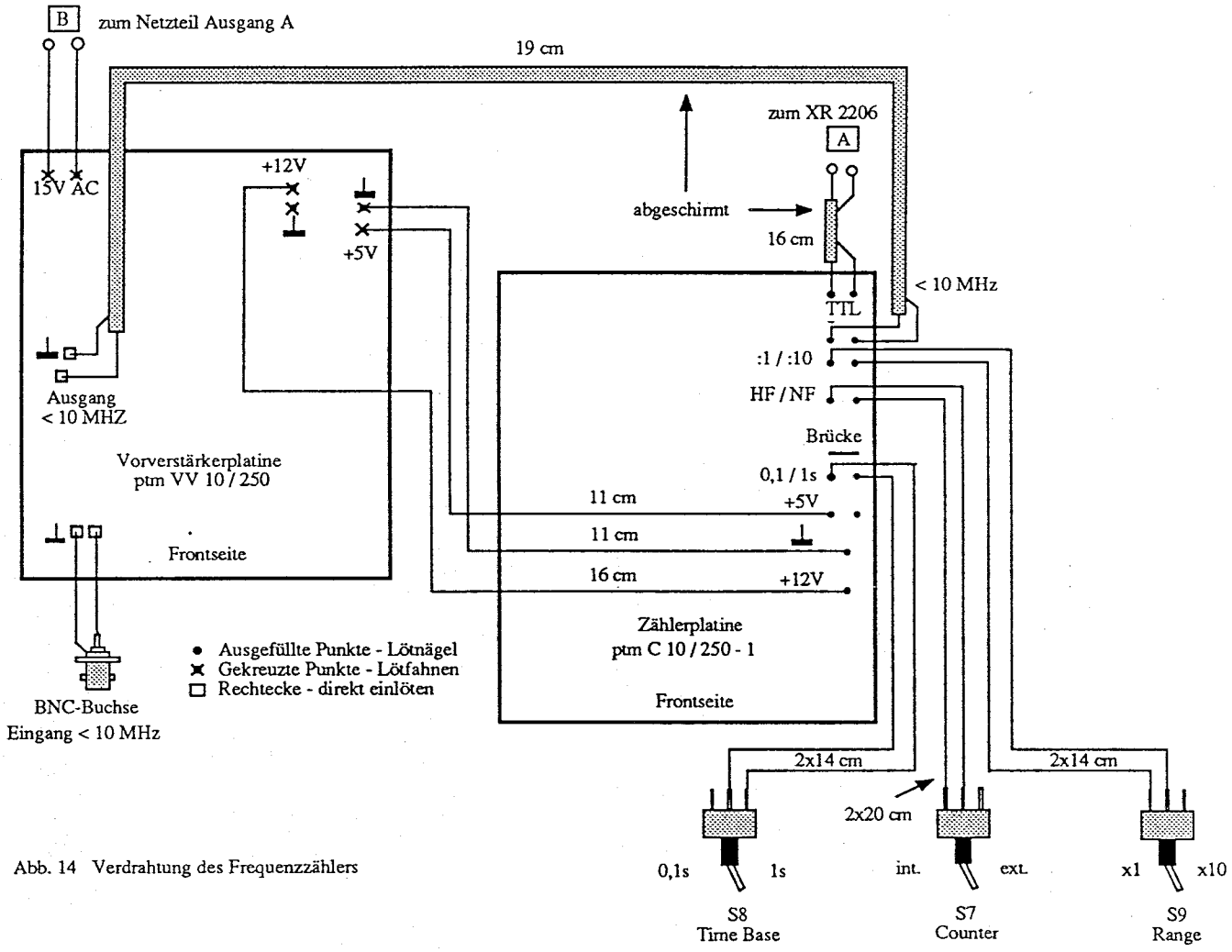



Abb. 14 Verdrahtung des Frequenzzählers

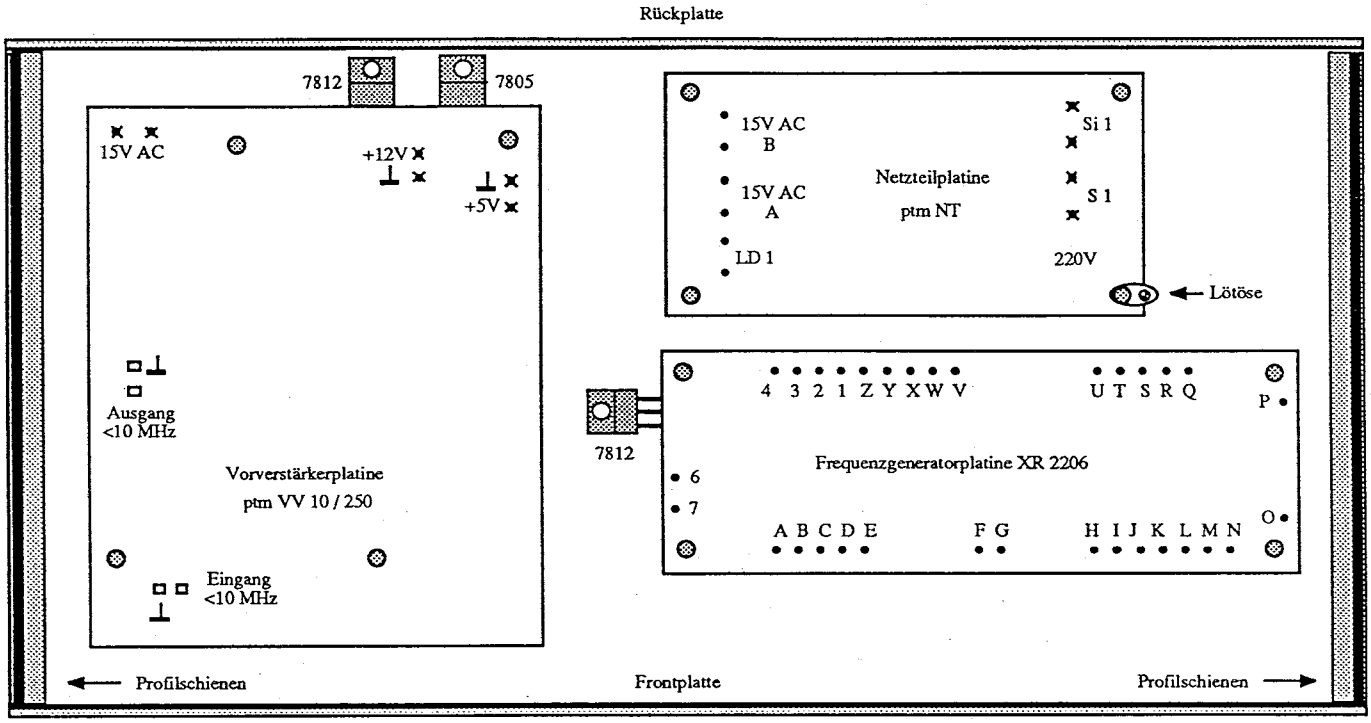



Abb. 11 Lageplan der Platinen (Ansicht von oben)

- Ausgefüllte Punkte - Lötnägel
- Gekreuzte Punkte - Lötfahnen
- Rechtecke - direkt einlöten

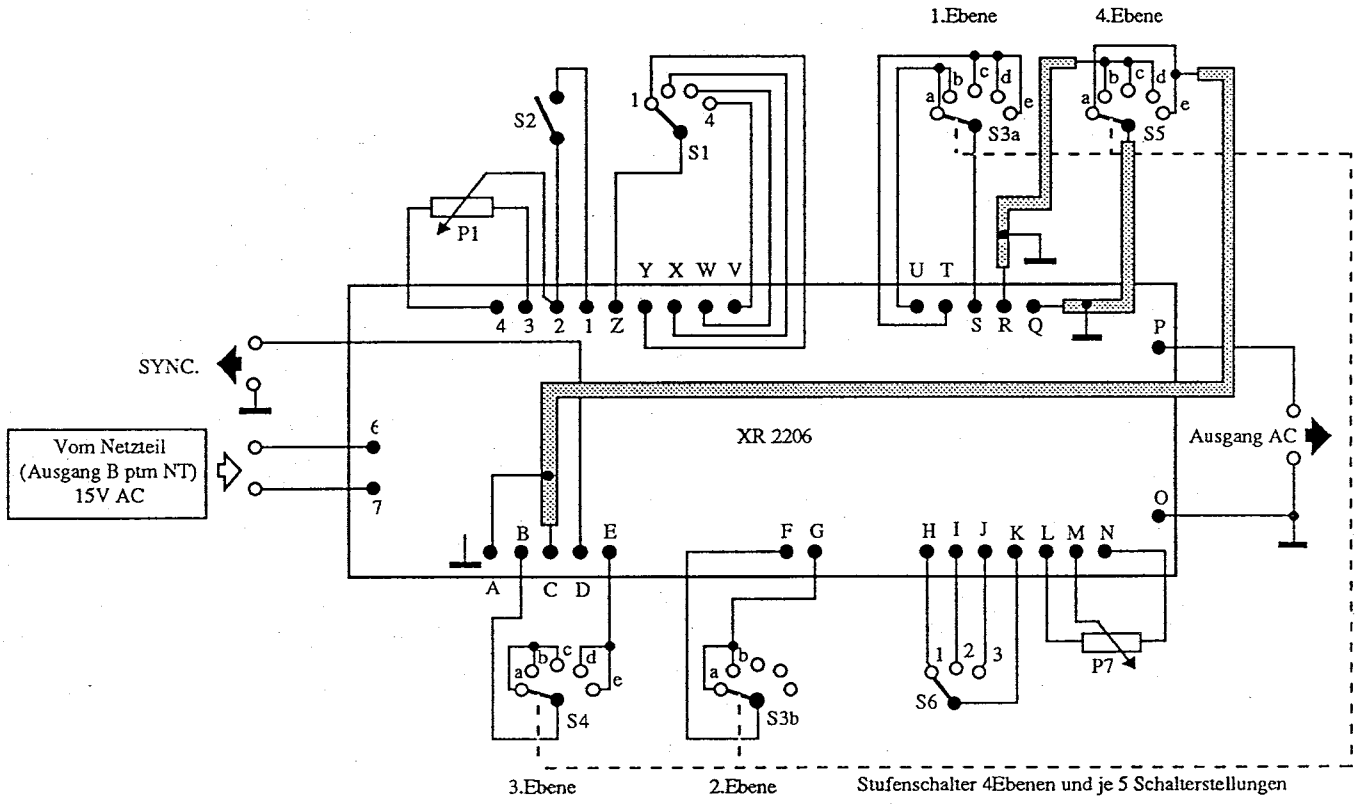



Abb. 12 Verdrahtungsplan für Buchsen, Schalter und Potentiometer des Funktionsgenerators XR 2206

Diverse Schrauben :

8 Distanzbolzen Kunststoff 5mm
4 Distanzbolzen Kunststoff 10 mm
4 Schrauben M3x35
2 Schrauben M3x6 (Spannungsregler)
6 Muttern M3

Diverse Kabel (Längen siehe Abb. 13 und 14)

## BAUTEILLISTE FUNKIONSGENERATOR XR 2206 :

### FUNKTIONSGENERATOR - PLATINE :

Widerstände :

R 1 = 4,7 KOhm
R 2 = 4,7 KOhm
R 3 = 56 KOhm
R 4 = 3,3 KOhm
R 5 = 8,2 KOhm
R 6 = 8,2 KOhm
R 7 = 56 Ohm
R 8 = 2,2 KOhm
R 9 = 5,6 KOhm
R10 = 3,3 KOhm
R11 = 3,3 KOhm
R12 = 330 Ohm
R13 = 39 Ohm
R14 = 15KOhm
R15 = 22KOhm
R16 = 220 KOhm
R17 = 470 Ohm
R18 = 10 Ohm
R19 = 10 Ohm
R20 = 3,3 KOhm
R21 = 10 KOhm
R22 = 4,7 KOhm

P1 = 1 KOhm 10-Gang-Wendelpoti
P2 = 10 KOhm Trimmer
P3 = 10 KOhm Trimmer
P4 = 22 KOhm Trimmer
P5 = 500 Ohm Trimmer
P6 = 500 Ohm Trimmer
P7 = 10 KOhm lin Potentiometer

Kondensatoren :

C1 = 1 uF MKM
C2 = 100 nF MKM
C3 = 10 nF MKM
C4 = 1 nF MKM
C5 = 2,2 uF/16V stehend
C6 = 1,5 uF/ 6V Tantal
C7 = 680 nF MKM
C8 = 2,2 uF/16V stehend
C9 = 470 uF/16V stehend
C10 = 1000 uF/25V liegend
C11 = 4,7 uF/16V stehend
C12 = 2,2 uF/16V stehend

Halbleiter :

D1 = 1N4148
D2 = 1N4148
D3 = 1N4148
GL1 = B 40 C600
IC1 = XR 2206
IC2 = 7812
T1 = BC 547 (107, 108, 109, 546, 548) B
T2 = BC 547 (107, 108, 109, 547, 548) C
T3 = BC 557 (177, 178, 179, 556, 558) B
T4 = BC 639
T5 = BC 640

## BAUTEILLISTE FREQUENZÄHLERPLATINEN:

### NETZTEIL - PLATINE ptm NT :

R 1 = 1 KOhm
D 1 = 1N4148
LD 1 = 5 mm rot
1 Anschlussklemme 220V
T1 = Trafo 2x15V / 2x400 mA
4 Lötstützpunkte
6 Lötnägel
6 Steckkontakte
S1 Kippschalter 1 pol - UM (POWER)
Si 1 = Sicherungshalter mit Sicherung 160 mA
1 Platine ptm NT
4 Abstandsbolzen 10 mm Kunststoff
4 Muttern M3
4 Schrauben M3x15
1 Lötöse 3 mm

Diverse Kabel (Längen siehe Abb. 13 und 14)

### ZäHLER - GRUNDPLATINE ptm C 10 / 250 - 1 :

#### Widerstände :

| | | |
|---|---|---|
| R 1 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 2 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 3 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 4 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 5 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 6 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 7 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 8 = | 330 Ohm | 0,25W |
| R 9 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 10 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 11 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 12 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 13 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 14 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 15 = | 4.7 KOhm | 0,25W |
| R 16 = | 220 KOhm | 0,25W |
| R 17 = | 2,2 KOhm | 0,25W |
| R 18 = | 10 KOhm | 0,25W |
| R 19 = | 1,5 KOhm | 0,25W |
| R 20 = | 1,5 KOhm | 0,25W |

#### Kondensatoren :

| | |
|---|---|
| C 1 = 10 - 50 pF | Trimmerkondensator |
| C 2 = 100 pF | Keramik |
| C 3 = 1 nF | MKM |
| C 4 = 100 nF | Keramik / MKM |
| C 5 = 100 nF | Keramik / MKM |
| C 6 = 100 nF | Keramik / MKM |
| C 7 = 100 nF | Keramik / MKM |

#### Halbleiter :

D 1 = 1N4148
D 2 = 1N4148
D 3 = 1N4148
D 4 = 1N4148
IC 1 = MK 50 398 N
IC 2 = 75492
IC 3 = 75491
IC 4 = 75491
IC 5 = 4051
IC 6 = 4017
IC 7 = 4011
IC 8 = 4052
IC 9 = 4518
IC 10 = 4060
IC 11 = 7406
IC 12 = 74LS 153
IC 13 = 74LS 390

#### Sonstiges :

5 IC - Sockel 14pol
7 IC - Sockel 16pol
1 IC - Sockel 28pol

Q 1 = 4,096 MHz Quarz
13 Lötnägel
13 Steckkontakte
1 Platine ptm C 10 / 250 - 1

### ZÄHLER - FRONTPLATINE ptm 10 / 250 - 2 :

#### Anzeigen :

DY 1 = HD 1133
DY 2 = HD 1133
DY 3 = HD 1133
DY 4 = HD 1133
DY 5 = HD 1133
DY 6 = HD 1133

#### Sonstiges :

LD 1 = LED 3mm rot
LD 2 = LED 3mm rot
20 Kontaktstifte 90 Grad gewinkelt
1 Platine ptm C 10 / 250 - 2

V 1.) Abgleich Zähler :

Der Abgleich beschränkt sich auf die Einstellung des Trimm-Kondensators C 1. Am INPUT (TIME BASE = 1S, RANGE = x1) wird ein bekánntes Signal angelegt, je höher desto besser jedoch nicht über 1 Mhz. Mit dem Trimm-Kondensator wird die Anzeige auf den Referenzwert eingestellt. Ist kein Vergleichsgerät vorhanden genügt es, den Trimmer in Mittelstellung zu bringen.

V 2.) Abgleich Vorverstärker < 10 Mhz (1Hz - 10MHz) : abgleichfrei

Damit ist der Frequenzzähler abgeglichen.

V 3.) Abgleich Funktionsgerator XR 2206 :

Zunächst ist S6 in Stellung 1 (bzw. x100) zu bringen und P7 zum rechten Anschlag zu drehen (maximale Amplitude).
Sinussignal, mit einer Frequenz von ca. 1KHz wählen.
P2 auf Minimum; d.h. Schleifer an Masse, P4 und P5 in Mittelstellung drehen.
An den Ausgang (AC) des Gerätes ist ein Vielfachmeßgerät anzuschließen, das ein Wechselspannungs-meßbereich von $2V_{eff}$ aufweist. Mit P2 eine Ausgangsspannung von $1V_{eff}$ oder $2V_{eff}$ einstellen. Dazu folgende Anmerkung: Der Vorteil der höheren Ausgangsspannung von $2V_{eff}$ wird mit dem Nachteil einer schlechteren Kurvenform bei hohen Frequenzen (über ca. 50KHz) erkauft. Deshalb die Empfehlung, $1V_{eff}$ einzustellen, um bei Frequenzen bis ca. 200KHz noch eine brauchbare Kurvenform zu erhalten. Um den im Datenblatt angegeben niedrigen Klirrfaktor von typ. 0,5% zu erreichen, ist ein weiterer Abgleich unumgänglich, der jedoch ein Klirrfaktormeßgerät erfordert.
Dazu noch ein Hinweis : Trotz sorgfältigen Platinen-Layouts und abgeschirmter Leitungen von und zu S5 tritt (größtenteils im IC selbst) Übersprechen zwischen Rechteck- und Sinusausgang auf, was mit zunehmender Frequenz der Sinuskurve Nadelimpulse überlagert.
Für Anwendungen, die einen möglichst niedrigen Klirrfaktor erfordern, kann man den Rechteckausgang Sync. kurzschließen und so die Störquelle beseitigen. Zunächst wird mit P5 auf minimale Verzerrung des Ausgangssignals abgeglichen und mit P4 der Feinabgleich vorgenommen.
Steht kein Klirrfaktormeßgerät zur Verfügung, hat sich die Mittelstellung des Potis P4 und P5 als günstig erwiesen.
Die Amplitude des Dreieck- und Sägezahn Signals kann man mit P3 einstellen.
Auf Dreieck umschalten und mit Hilfe von P3 am Meßgerät eine Spannung von ca. 0.8V einstellen.
Der Abgleich mit einem Oszillografen ist natürlich auch möglich.
Sinus : Mit P2 auf $2,82V_{ss}$ abgleichen (entspricht $1V_{eff}$), bzw. $5,65V_{ss}$ ($2V_{eff}$).
Dreieck : Mit P3 auf 2,82 $V_{ss}$, bzw. $5,65V_{ss}$ abgleichen.

Damit ist das kompl. Gerät abgeglichen und kann fertig zusammengebaut werden.

ACHTUNG : **Gerät vorher vom Netz trennen !**

Vor dem Einbau der Zählerplatine wird die fertig gebohrte Abschirmplatte mit der Kupferseite nach unten über die Vorverstärkerplatine montiert (siehe Abb.8).

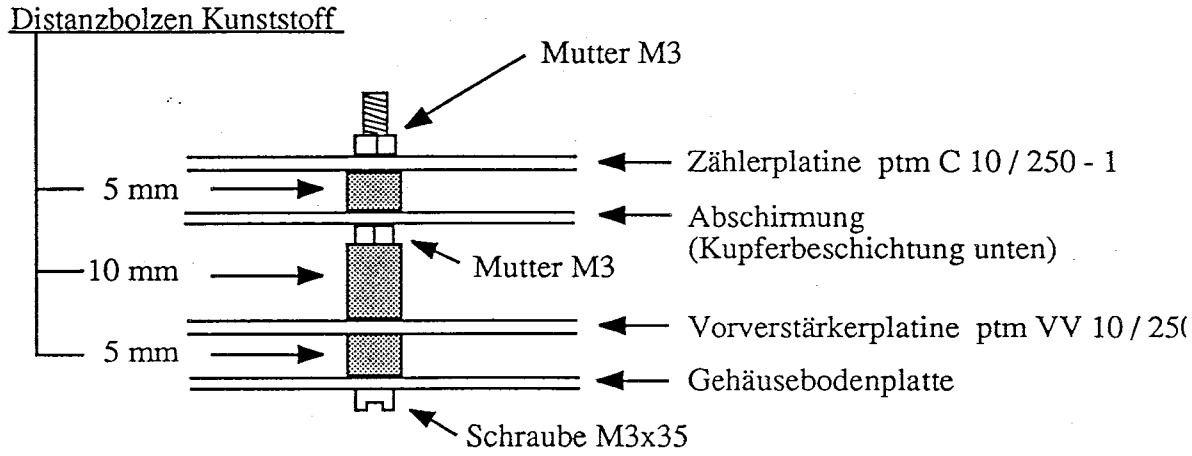



Abb.8 Zusammenbau der Platinen (die Darstellung zeigt eine von vier Veschraubungen)

Die Zählerplatine wird als Oberste auf die Distanzbolzen gelegt und angeschraubt. Die an der Vorverstärkerplatine angelöteten Kabel (mit Steckkontakten versehen) werden auf der Zählerplatine eingesteckt (siehe Abb. 14).

Als nächstes wird der Spannungsregler IC2 (7812) an der Funktionsgenatorplatine angelötet und die fertig bestückte Platine auf dem Bodenblech befestigt (siehe Abb.9).

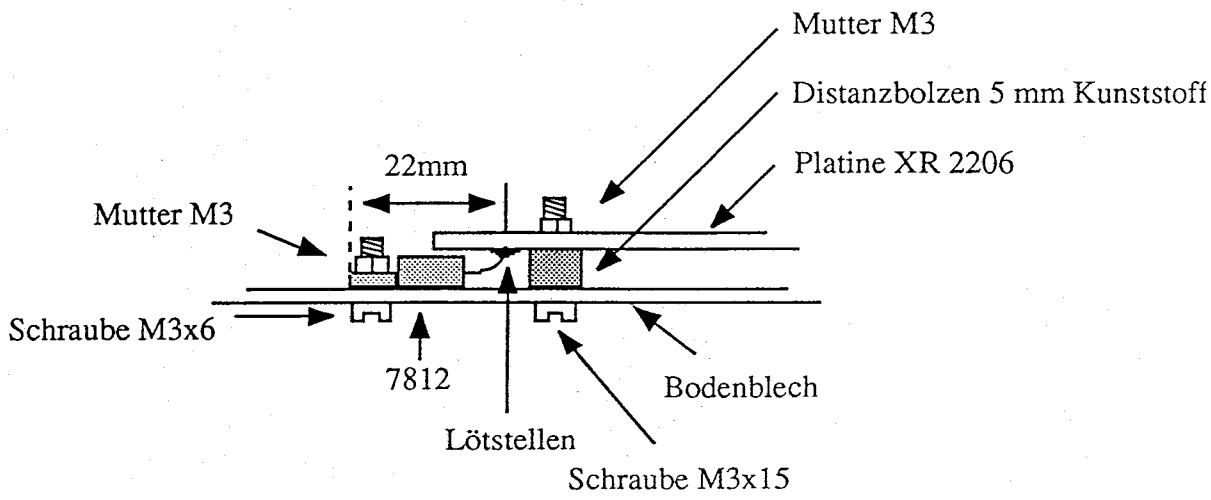



Abb.9 Montage der Funktionsgeneratorplatine mit Spannungsregler.

Bei der Montage des Netzteilplatine wird die Lötöse des Schutzleiteranschlußes mitgeschraubt (Position siehe Abb. 11).

Die Spannungsregler IC3 und IC5 werden an der Vorverstärkerplatine angelötet (siehe Abb.7) und zur besseren Wärmeableitung auf der Bodenplatte mitgeschraubt !
Vorverstärkerplatine mittels Schrauben und Distanzbolzen auf der Bodenplatte befestigen (siehe Abb.7).

ACHTUNG: Beim Einlöten des Spannungsreglers muß auf den
Abstand der Platine zum Bodenblech
(5 mm) geachtet werden.

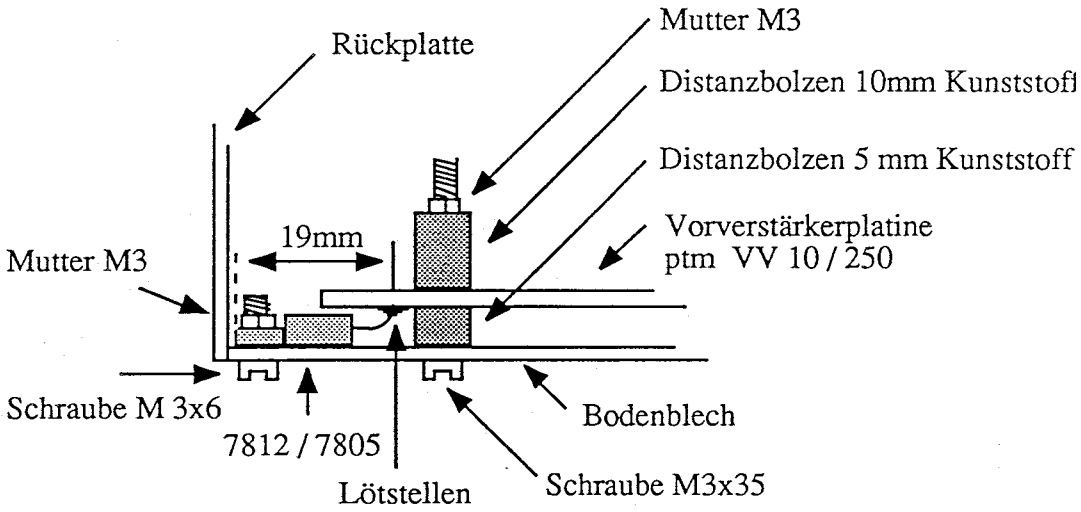



Abb.7 Montage der Vorverstärkerplatine und der Spannungsregler (Seitenansicht)

Als nächstes werden 2 Gehäuse-profilschienen an der unteren Seite der Rückplatte angeschraubt (selbstschneidende Schrauben liegen dem Bausatz bei) und die Bodenplatte mit den bereits montierten Platinen von vorne in die Einfräsungen der Profilschienen eingeschoben. Die Frontplatte wird mit den beiden unteren Schrauben an den Profilschienen angeschraubt (siehe Abb. 11).

Netzkabel anschließen :

Verkabelung siehe Abb. 13 und 14

- Masseanschluß (gelb/grün) an die Lötöse anlöten.
- Netz-Anschlüsse (blau und braun) in der 220V-Anschlußklemme festschrauben.
- Kabel vom Sicherungshalter mit den Lötstützpunkten Si 1 verlöten (Kabellänge siehe Abb. 13).
- Frontplatten-Schalter POWER mit den Lötstützpunkten S1 verlöten (Kabellänge siehe Abb. 13).

Nach dem Anschließen der Kabel sollten die einzelnen Punkte noch einmal kontrolliert werden. Danach kann die Netzteilplatine überprüft werden.

## IV.) ZUSAMMENBAU DES GEHÄUSES, EINBAU DER FREQUENZZÄHLERPLATINEN, FUNKTIONSGENERATORPLATINE UND NETZTEILPLATINE MIT VERDRAHTUNG.

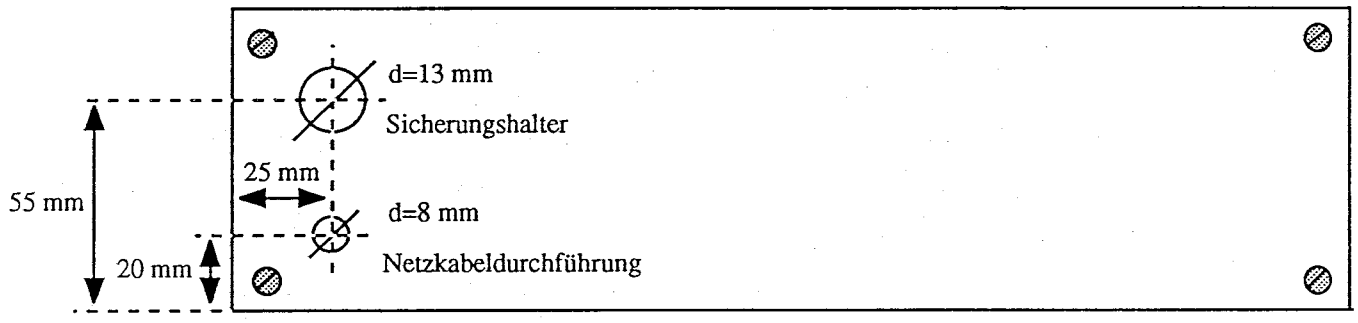
### IV 1.) Bestückung der Frontplatte :

- Einkleben der Leuchtdiode LD1, über dem Netzschalter.
- Einkleben der roten Plexiglasscheibe an der Innenseite der Frontplatte.
- Einbauen der BNC-Buchse (INPUT).
- Einbauen der fünf 1-pol. UM-Schalter (POWER, COUNTER, RANGE, TIME BASE, fx1 - fx2).

Die folgenden Elemente werden eingebaut, vorverdrahtet und mit Steckerleisten versehen (Kabellängen siehe Abb. 13,Verdrahtungspaln siehe Abb. 12).

- Einbauen der Potentiometer P7-mV, P1-FREQUENCY (10-Gang-Wendelpoti).
- Einbauen der Stufenschalter S1 - Hz (x1, x10, x100, x100);
  S6 - mV(x1 ,x10, x100);
  S3a - S5 OUTPUT.
- Einbauen der vier Bananenbuchsen AC und SYNC. (ROT), 2xMasse (SCHWARZ) mit drei Steckkontakten versehen (siehe Abb. 13).

### IV 2.) Bestückung der Rückplatte :




Rückplatte (Ansicht von hinten)

ACHTUNG: Die vier angesenkten Löcher für die Befestigungsschrauben sind auf der Rückplatten - außenseite.

- Einbauen des Sicherungshalters Si 1 mit der Sicherung 160 mA.
- Einführen des Netzkabels (Durchführungstülle nicht vergessen !).

Die Signale Sinus, Dreieck und Sägezahn vom Ausgang A des Generatorteils gelangen über S5 an die Basis von T1. Das Rechteck- und Impulssignal liefert der Ausgang B des Generators, bei diesem Ausgang handelt es sich um den Kollektoranschluß eines im IC enthaltenen Schalttransistors (Abb.2). R9 ist der Kollektorwiderstand dieses Transistors und bildet gleichzeitig zusammen mit R10 einen Spannungsteiler, der die Amplitude des Rechtecksignals auf ca. 4.5V begrenzt. Dadurch wird der Synchronausgang (Sync.) TTL-komaptibel, er ist darüberhinaus kurzschlußfest und kann zum Ansteuern von TTL-Schaltungen, zu Synchronisationszwecken und als Triggerquelle für Oszilloskope dienen. T1 sorgt als Emitterfolger für eine Anpassung des niederohmigen Ausgangsteilers (R11, R12, R13) an die mit 600 bzw. 2000 Ohm relativ hochohmigen Generatorausgänge. Der Spannungsteiler besitzt die Verhältnisse 1, 10 und 100 und unterteilt so die Generator- Ausgangsamplitude in drei dekadische, mit S6 umschaltbare Bereiche. Innerhalb der Bereiche kann die Ausgangsspannung kontinuierlich mit P7 eingestellt werden. Die eigentliche Endstufe ist mit den Transistoren T2 bis T5 als gleichspannungsgekoppelter Impedanzwandler ohne Spannungsverstärkung ausgeführt. T2 und T3 bilden einen Emitterfolger mit komplementärer Darlingtonstufe, der für eine hohe Eingangsimpedanz der Endstufe und niederige Ansteuerung der ebenfalls komplementären Ausgangstransistoren T4 und T5 sorgt. Die hohe Eingangsimpedanz hält die Belastung von P7 gering und erlaubt die Verwendung eines Folienkondensators für C7. Durch die Dioden D1.....D3 erhalten die Transistoren T4 und T5 eine Basisvorspannung, die einen Ruhestrom von ca. 30mA über die Emitterwiderstände fließen läßt. Diese Maßnahme verringert wirksam die Übernahme verzerrungen der Endstufe. C9 koppelt das Ausgangssignal gleichspannungsfrei aus, die Ausgangsimpedanz am AC-Ausgang beträgt ca. 5 Ohm, sodaß Lautsprecher ohne weiteres direkt angeschlossen werden können.

**Platine**

Der gesamte Generator ist auf einer Platine untergebracht, was den Aufbau wesentlich erleichtert. Mit P1 (10 Gang-Wendel-Poti) kann die Frequenzeinstellung sehr genau vorgenommen werden, da sie direkt am Frequenzzähler angezeigt wird. Mit dem Schalter "Hz" (x1, x10, x100 und x1000) kann man den gewünschten Frequenzbereich wählen; also 10.....110Hz, 100.....1.1KHz, 1KHz.....11KHz, und 10KHz.....110KHz. Diese Frequenzen lassen sich mit dem Schalter fx2 jeweils verdoppeln, sodas insgesamt acht Frequenzbereiche zur Verfügung stehen. Der Wahlschalter für die verschiedenen Kurvenformen befindet sich rechts daneben. Die Ausgangsspannung kann stufenlos von 0.....10 mV, 0.....100 mV, und 0.....1000 mV eingestellt werden, wobei die Bereichswahl mit dem Schalter "mV" (x1, x10 und x100) erfolgt. Das Ausgangssignal liegt an den Buchsen "AC" und das Synchronisationssignal an den Buchsen "Sync.".

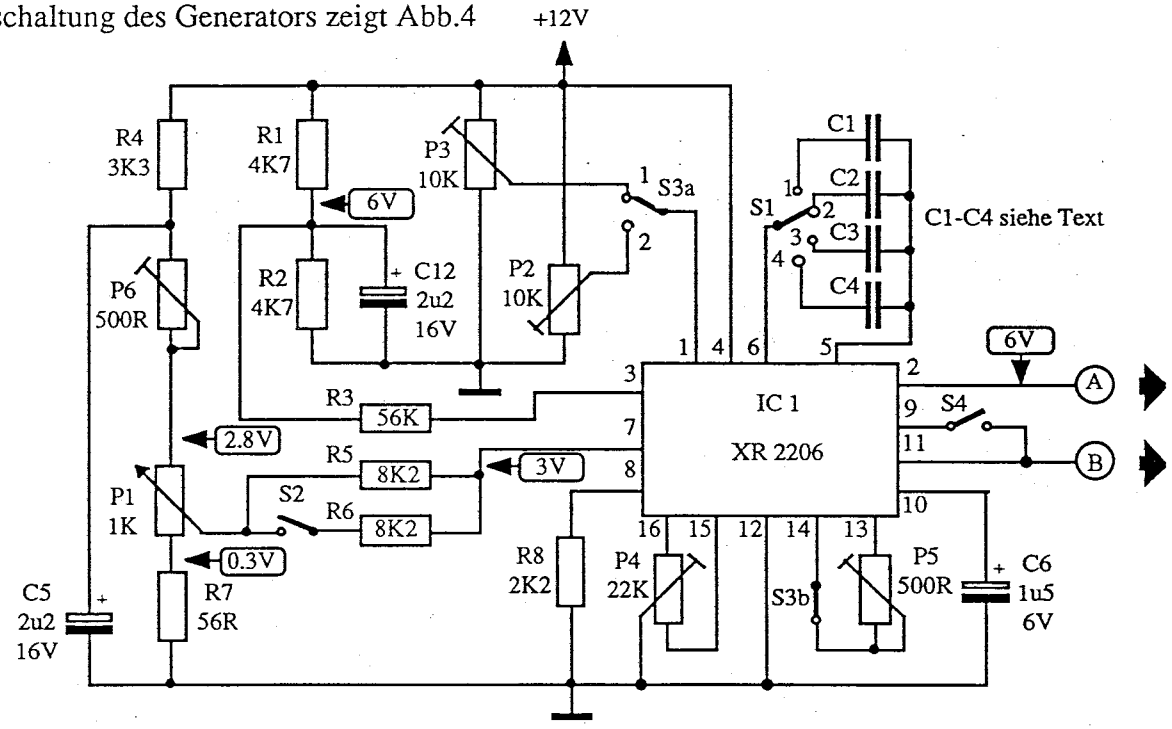
Am Anschlußpunkt 7 des IC's liegt eine konstante Spannung von 3V. Der Strom, der von Pin 7 nach Masse fließt, ist direkt proportional der Ausgangsfrequenz. Ändert man diesen Strom linear, ändert sich auch die Frequenz linear. Die Stromänderung erfolgt mit Hilfe des Spannungsteilers R4, P1, P6 und R7, wobei die Spannung Uf am Schleifer von P1 von Bedeutung ist. Der Spannungsteiler ist so dimensioniert, daß sich die Spannung Uf am Schleifer von P1 zwischen ca. 0.3V und 2.8V einstellen läßt. Die Spannung Uf bestimmt den Spannungsabfall an R5 (=3V-Uf) und damit nach dem Ohmschen Gesetz auch den durch den Widerstand fließenden, frequenzbestimmenden Strom If. Zwischen Spannungsabfall und Strom besteht ein linearer Zusammenhang, mit einem linearen Potentiometer ergibt sich dadurch eine lineare Skalenteilung für die Frequenzeinstellung.

$$If = \frac{3V - Uf}{R5} \qquad f = \frac{3V - Uf}{3 \times R5 \times C_{ext.}} \quad (Hz, V, Ohm, F, A)$$

Ist Schalter S2 geschlossen, fließt (unter der Voraussetzung R5 = R6) genau der doppelte Strom, was die Frequenz ebenfalls verdoppelt. Der Einstellbereich von P1 umfaßt etwas mehr als eine Dekade; d.h. z.B. von 9Hz.....110Hz. Der Feinabgleich wird mit P6 vorgenommen.

## Der Generator

Die Gesamtschaltung des Generators zeigt Abb.4




| S1 | C | f (Hz) | S2 fx2 (Hz) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 uF | 9.....110 | 18.....220 |
| 2 | 0,1 uF | 90.....1100 | 180.....2200 |
| 3 | 10 nF | 0,9.....11 KHz | 1,8.....22 KHz |
| 4 | 1 nF | 9.....110 KHz | 18.....220 KHz |

Abb.4 Der Funktionsgenerator besteht nur aus einem integrierten Schaltkreis und einigen externen Bauteilen.

BESCHREIBUNG DES FUNKTIONSGENERATORS :

Der Funktionsgenerator ist ein vielseitiges und nützliches Gerät, das es ermöglicht, Selbstbauschaltungen einfach und schnell zu überprüfen. Er sollte deshalb in der "Grundausstattung" eines Amateurlabors nicht fehlen.
Industriell gefertigte Funktionsgeneratoren haben meist einen entscheidenden Nachteil; sie sind für den Freizeitelektroniker zu teuer. Zumal man dieses Gerät, im Gegensatz zu Servicewerkstätten, in den seltesten Fällen voll auslastet. Aus diesem Grund wurde bei der beschriebenen Schaltung besonderes Augenmerk auf ein günstiges Verhältnis zwischen Anschaffungskosten und praktischen Nutzen gelegt, das sich mit dem Funktiosgenerator-IC XR 2206 erzielen läßt. Die Schaltung erreicht zwar nicht die "Spitzendaten" eines Industriegerätes, zeichnet sich jedoch durch einfachen Aufbau und Abgleich, Vielseitigkeit und praxisgerechte Handhabung aus.

So können die Kurvenformen
Sinus
Dreieck
Rechteck
Rechteck-Impulsfolge
und Sägezahn über einen Schalter abgerufen werden.

Die Skala der Frequenzeinstellung ist linear.
Die erzeugte Frequenz überstreicht einen Bereich von 9Hz.....220KHz. Neben einer speziellen Endstufe, die für eine niedrige Ausgangsimpedanz sorgt, stehen drei geeichte Ausgangsspannungsbereiche zur Verfügung; 0.....10 mV, 0.....100 mV, 0.....1 V (effektiv). Der Abgleich der Schaltung ist auch ohne Oszilloskop möglich.

**Das IC-XR 2206**

Das Innenleben des XR 2206 ist in Abb. 2 grob skizziert.

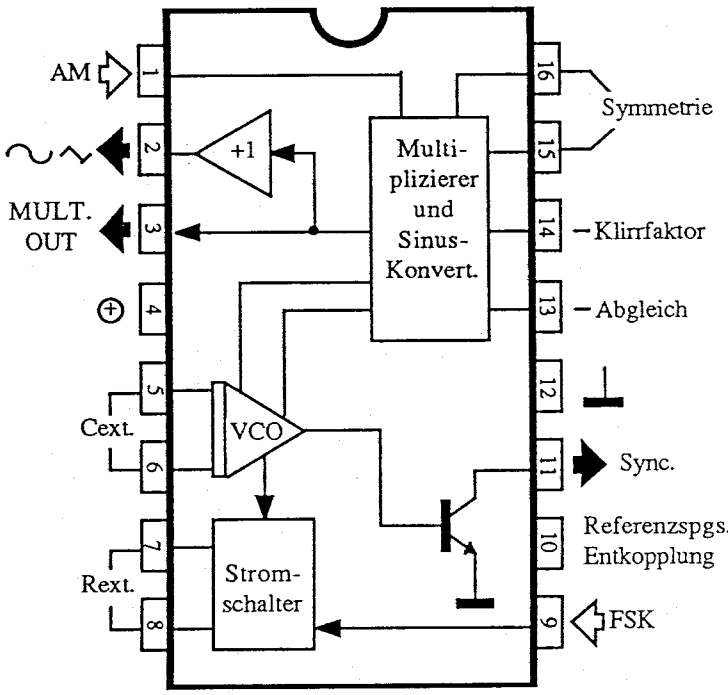
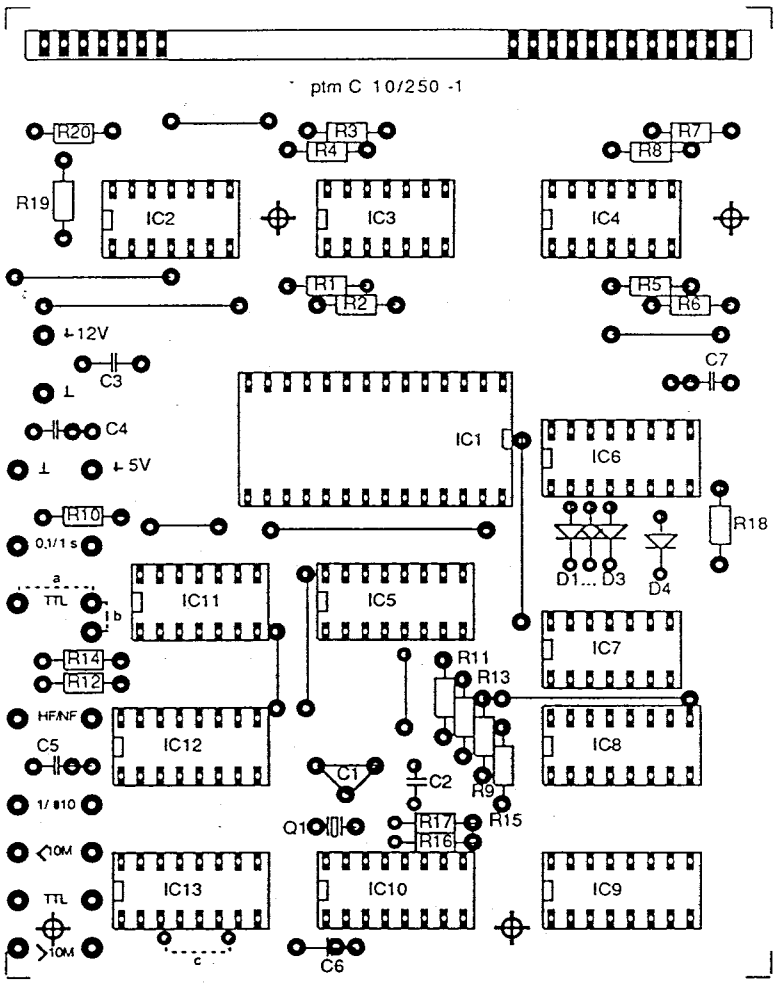



Abb. 2 Innenleben des Funktionsgeneratorbaustein XR 2206.



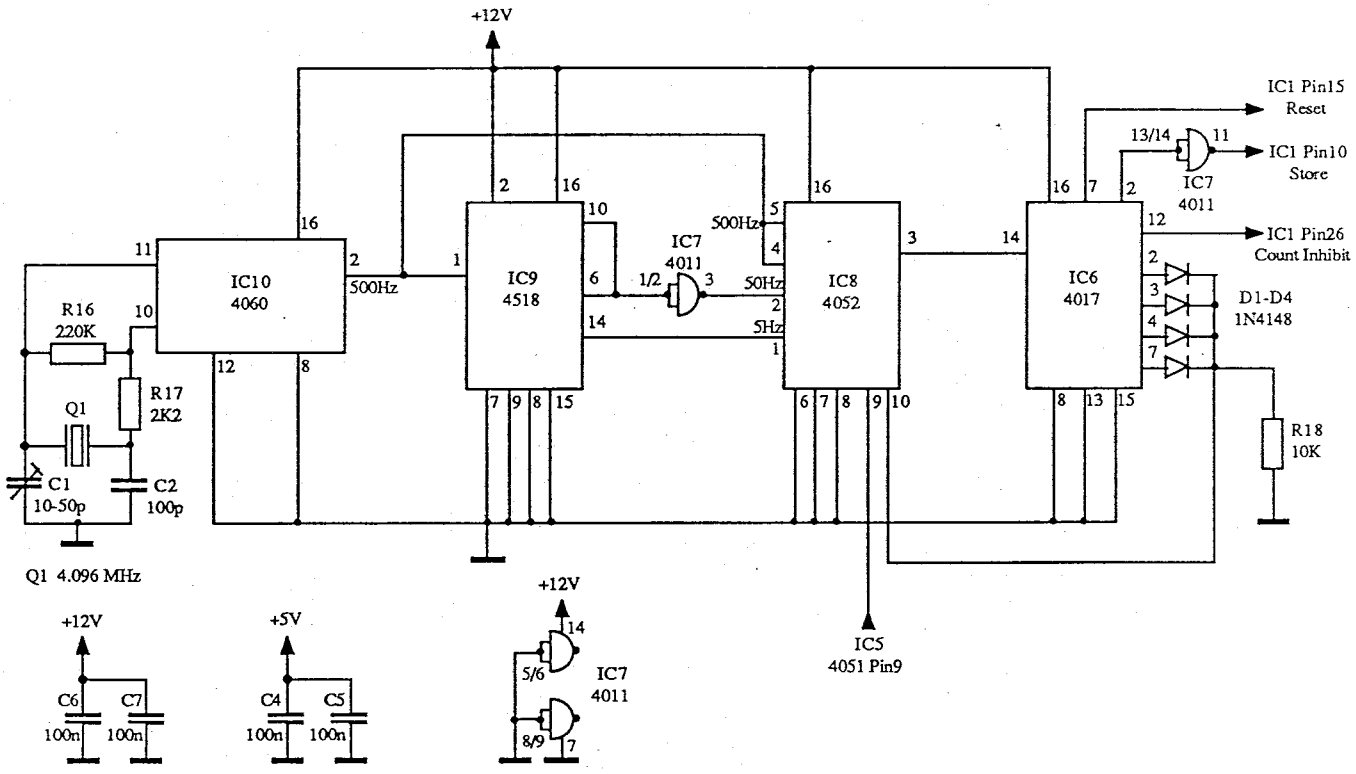

- Bestücken und verlöten der elf Drahtbrücken
- " der Drahtbrücke a.
- " der Dioden D1- D4 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Widerstände R9 - R20.
- " aller IC-Sockel (Einbaurichtung beachten !).
- " der Widerstände R1 - R8 (zur besseren Wärmeableitung mit einem Abstand von ca. 5mm zur Platine einlöten ! ).
- " der Kondensatoren C2 - C7.
- " des Trimmerkondensators C1.
- " des Quarzes Q1.
- " der Lötnägel +12V, +5V und Masse, 2x 0.1 / 1s, 2x NF / HF, 2x1 / :10, 2x <10MHz, 2x TTL.

- Einsetzen der IC´s, IC1 - IC 13 (ACHTUNG: Beim Einbau der IC sind die üblichen Vorsichtsmaßnahmen gegenüber MOS-Schaltkreisen und die Einbaurichtung zu beachten !

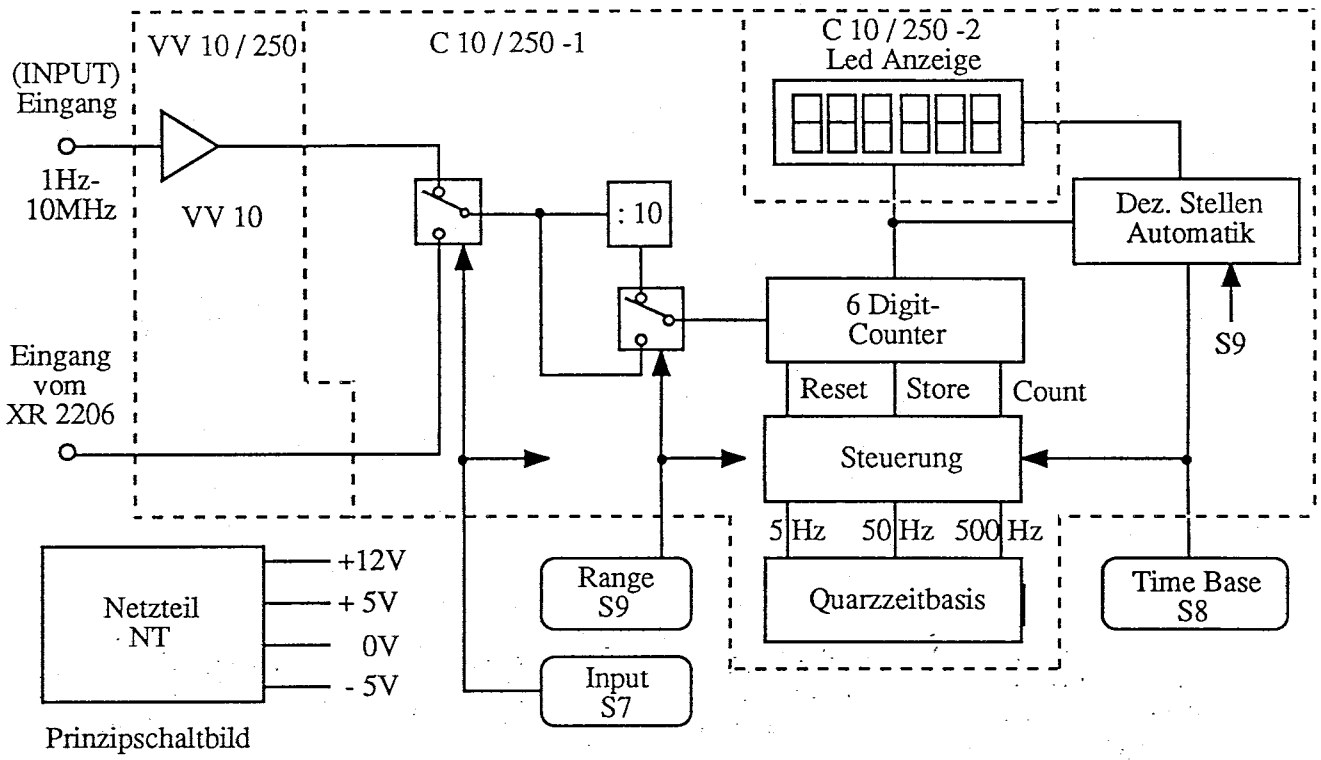
- Bestücken und verlöten der drei Drahtbrücken.
- " der Widerstände R1 - R9.
- " der Dioden D1 - D10 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Spulen L1, L2.
- " der sechs Lötfahnen +5V, +12V, 2xMasse, 2x15VAC (siehe Abb.11).
- " der Kondensatoren C1 - C4, C8, C23 - C28.
- " der Tantal-Elkos C6, C7 (Einbaurichtung beachten !).
- " der Elkos C5, C9, C20 - C22 (Einbaurichtung beachten !).
- " des Spannungsreglers IC5 - 79L05 (Einbaurichtug beachten !).
- " der Transistoren T1, T2 (Einbaurichtung beachten !).
- " des IC 1 (ohne Sockel, Einbaurichtung beachten !).
- Die Spannungsregler IC 3 und IC 4 werden später beim Einbau in das Gehäuse eingelötet.
- Zwei Drahtbrücken (5cm lang) einseitig in die Platine einlöten (E<10MHz und Masse). Diese werden später mit der BNC-Buchse verbunden .

Danach wird das abgeschirmte Kabel (19 cm lang) in die Vorverstärkerplatine eingelötet (Ausgang <10MHz, siehe Abb. 14 ).

II 2.) Aufbau der Zählergrundplatine ptm C 10 / 250 -1 :



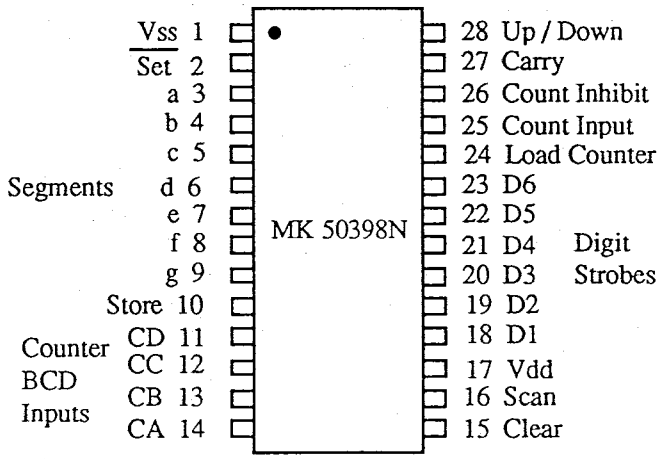

Schaltbild : Ostillator und Steuerungslogik für MK 50 398



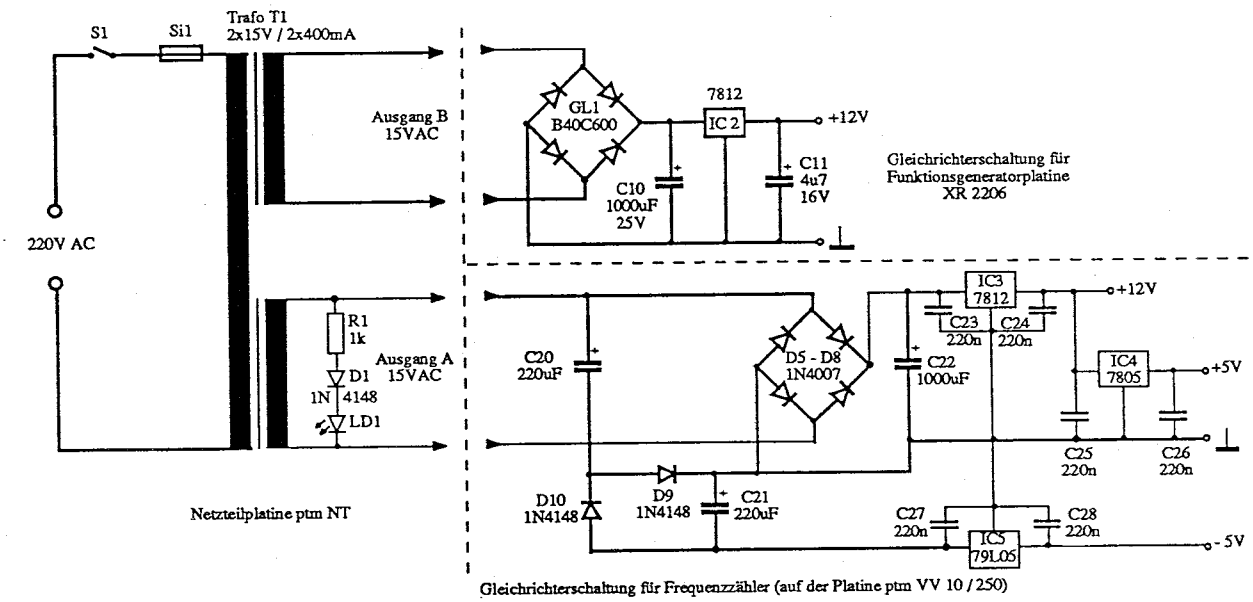

Prinzipschaltbild

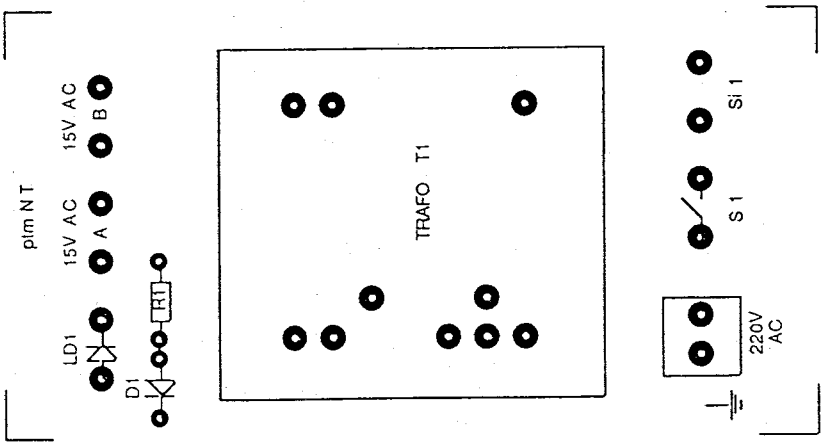
Kernstück des Zählers ist der IC MK 50398 von Mostek. Dieser LSI-Baustein (Large Scale Integration -> hohe Integrationsdichte) enthält einen 6 Digit-BCD-Zähler, einen Zwischenspeicher (Latch) gleichen Umfangs, einen BCD-Siebensegment-Decoder sowie die Steuerlogik für den Multiplex-Betrieb der Anzeigen.

Pinbelegung



## I.) AUFBAU DER NETZTEILPLATINE ptm NT :




- Bestücken und verlöten des Widerstandes R1.
- " der Diode D1.
- " der Lötstützpunkte (2xS1, 2xSi 1).
- " der Lötnägel (2xLD1, 2x15VAC -> Ausgang A, 2x15VAC -> Ausgang B).
- " der 220V-Anschlußklemme.
- " des Netztransformators T1.