

# Frequenzzähler FZ 7002 Teil 2

Die Schaltungstechnik dieses innovativen DC- bis 5GHz-Frequenzzählers mit interessanten Details und vielen Neuerungen beschreibt der vorliegende Artikel.

## Blockschaltbild

Zur Erlangung eines guten Überblickes über das trotz der umfangreichen Funktionen und Möglichkeiten technisch doch sehr kompakten Gerätes, beginnen wir die Schaltungsbeschreibung mit der Erläuterung des Blockschaltbildes (Abbildung 7). Den zentralen Kern des Frequenzzählers bildet der Mikrocontroller „µC“, dessen Programm sich im EPROM befindet und dem zur netzausfallsicheren Datenspeicherung ein EEPROM zur Verfügung steht.

Zur Bedienung des Gerätes empfängt der Mikrocontroller über die Tasten die Eingaben des Anwenders. Auf einem beleuchteten Grafik-LC-Display werden Meßwerte und Bedienungshinweise angezeigt. Um eine Anpassung an die Umgebungshelligkeit vornehmen zu können, ist der Kontrast des LC-Displays mittels des vom Mikrocontroller steuerbaren digitalen Potis einstellbar.

Damit bei einem eventuellen, durch äußere Einflüsse verursachten Programmabsturz der Mikrocontroller wieder definiert startet, überwacht eine Watchdog-Schaltung die ordnungsgemäße Arbeit des Controllers. Fehlen die Steuerimpulse für den Watchdog, so löst dieser einen Reset aus.

Zur Kommunikation mit einem steu-

ernden PC besitzt der Frequenzzähler eine galvanisch getrennte V24B-Schnittstelle.

Die an den Eingängen A, B oder C anliegenden Meßsignale werden von den prozessorgesteuerten Verstärkern aufbereitet, so daß der nachfolgenden Auswahl- und Steuerlogik ein TTL-Signal im Bereich von 0 - 25 MHz zur Verfügung steht.

Die Steuerlogik bedient abhängig von der Art der gewählten Messung die beiden Schalter S 1 und S 2. Ist Schalter 2 geschlossen, so zählt der Zähler 2 die Anzahl der Eingangsperioden, die nach Beendigung der Messung vom Prozessor abgefragt werden können. Nach dem Schließen von Schalter 1 zählt der Zähler 1, abhängig von der Vorgabe des Mikrocontrollers, entweder die Taktperioden des eingebauten OCXO oder die eines externen Referenzsignals. Auch dieser Zähler wird nach dem Ende der Messung vom Controller abgefragt. Aus den Zählerständen berechnet der Controller daraufhin die gewünschten Meßwerte und zeigt diese auf dem LC-Display an.

## Schaltung

Zur optimierten Beschreibung der Schaltungstechnik ist die Gesamtschaltung in logisch zusammengehörende Teilschaltbil-

der aufgeteilt, mit folgenden Funktionsschwerpunkten:

- Abbildung 8: Prozessorsteuerung
- Abbildung 9: V24B-Schnittstelle
- Abbildung 10: Meßschaltung
- Abbildung 11: Netzteil
- Abbildung 12: 100MHz-Eingangsverstärker

Bei der folgenden recht detaillierten Schaltungsbeschreibung konzentrieren wir uns auf die wesentlichen schaltungstechnischen Gegebenheiten und beginnen mit den Erläuterungen beim Herzstück dieses Frequenzzählers, dem zentralen Mikrocontroller.

### Prozessorsteuerung (Abbildung 8)

Den zentralen Kern des Gerätes bildet der Mikrocontroller IC 1 vom Typ 83C51FA, dessen Programm sich im EPROM IC 4 befindet. Da der Controller einen gemultiplexten Adreß-/Datenbus besitzt, muß das vom ALE-Pin des Controllers gesteuerte Adreßblat IC 3 die untere Hälfte der Adresse zwischenspeichern.

Da die Anzahl der IO-Pins des Mikrocontrollers bei weitem nicht ausreicht alle Steuerungs- und Abfragesignale des Gerätes zu bedienen, stehen ihm spezielle Register im memory-mapped-IO-Verfahren zur Verfügung. Die Adreßdecodierung hierfür bildet das IC 5, welches bei einem Zugriff auf eine externe Speicheradresse aus den 3 höchsten Adreßbits den zugehörigen Baustein selektiert. Tabelle 1 gibt Aufschluß über die Zuordnung der Adressen zu der jeweiligen Peripherie:

Da die Verwendung der jeweiligen Peripherie (Lesen oder Schreiben) sowieso von der Software festgelegt ist, wurde auf 2 getrennte Adreßdecoder verzichtet, und

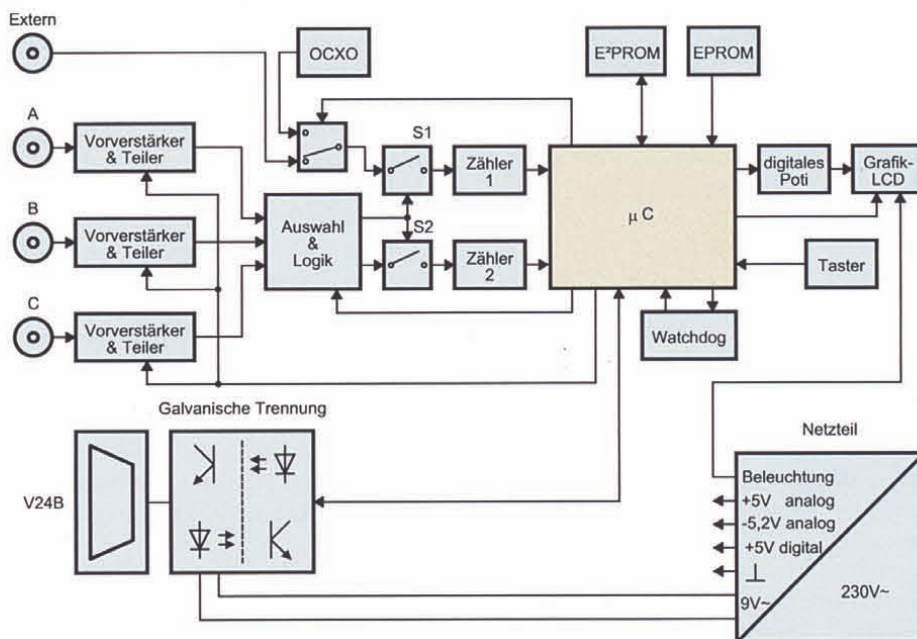
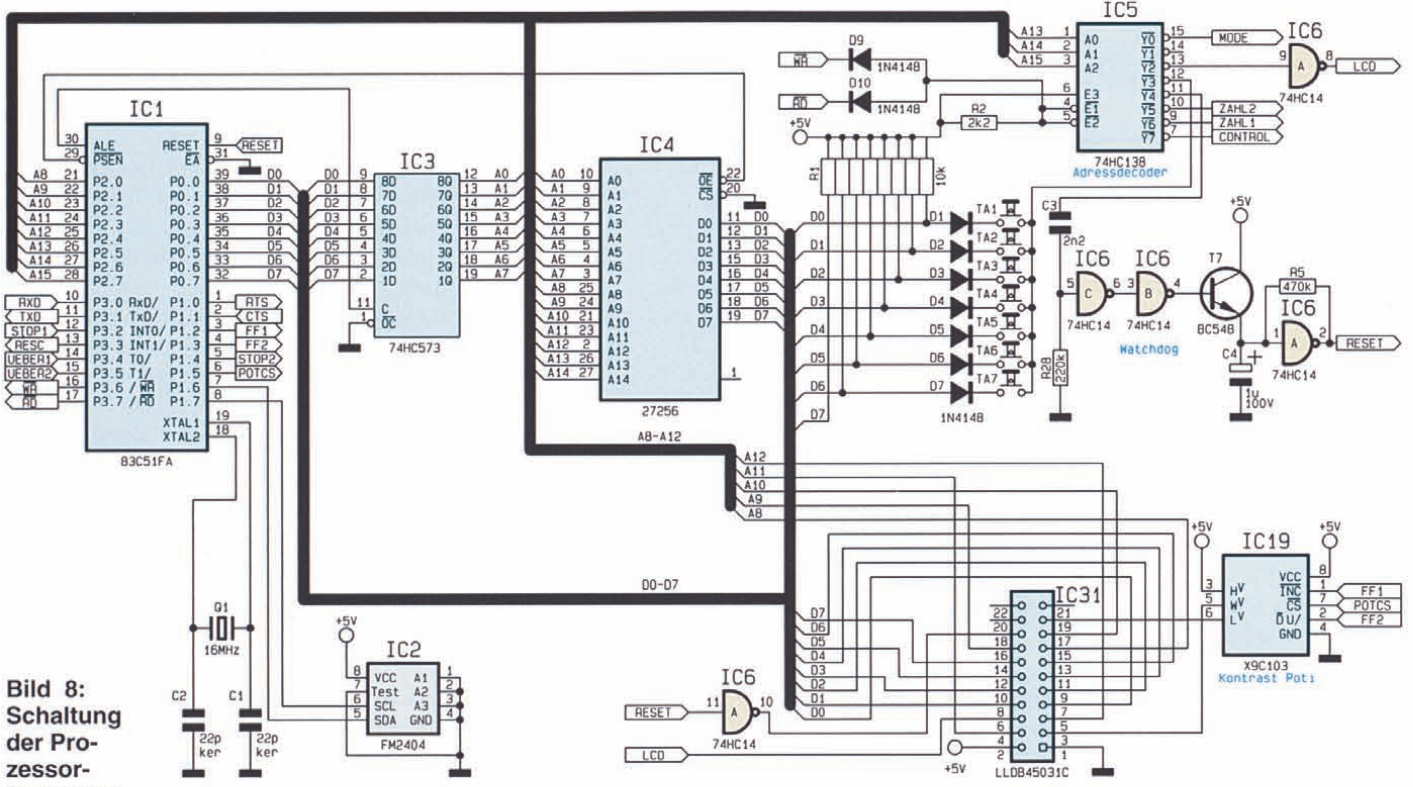


Bild 7 zeigt das Blockschaltbild des Frequenzzählers FZ 7002

Tabelle 1

Adresse (Hex)	Funktion
0000-1FFF	Steuerregister der Eingangsverstärker setzen
2000-3FFF	frei
4000-5FFF	Hauptadresse des LC-Displays
6000-7FFF	Tastenadresse
8000-9FFF	Watchdog-Ansteuerung
A000-BFFF	Zähler 2 Abfrage
C000-DFFF	Zähler 1 Abfrage
E000-FFFF	Steuerregister setzen





**Bild 8:**  
Schaltung  
der Prozessor-  
steuerung

Lese- sowie Schreibzugriffe erfolgen somit nur über einen Adreßdecoder.

Um die ordnungsgemäße Funktion des Gerätes zu gewährleisten, bekommt der Watchdog IC 6, T 7 und Umgebung kontinuierlich Impulse vom Controller, wodurch ein Schwingen des aus IC 6 A, C 4 und R 5 aufgebauten Oszillators verhindert wird.

Tabelle 2	
Adresse (Hex)	Funktion
4100-41FF	Befehl in Speicherchip 1 schreiben
4200-42FF	Befehl in Speicherchip 2 schreiben
4400-44FF	Befehl in Speicherchip 3 schreiben
4900-49FF	Daten in Speicherchip 1 schreiben
4A00-4AFF	Daten in Speicherchip 2 schreiben
4C00-4CFF	Daten in Speicherchip 3 schreiben
5100-51FF	Status von Speicherchip 1 lesen
5200-52FF	Status von Speicherchip 2 lesen
5400-54FF	Status von Speicherchip 3 lesen
5900-59FF	Daten von Speicherchip 1 lesen
5A00-5AFF	Daten von Speicherchip 2 lesen
5C00-5CFF	Daten von Speicherchip 3 lesen

Fallen diese Impulse weg, so löst der Oszillator alle 500 ms einen Reset am Mikrocontroller aus, woraufhin dieser sein Programm neu startet.

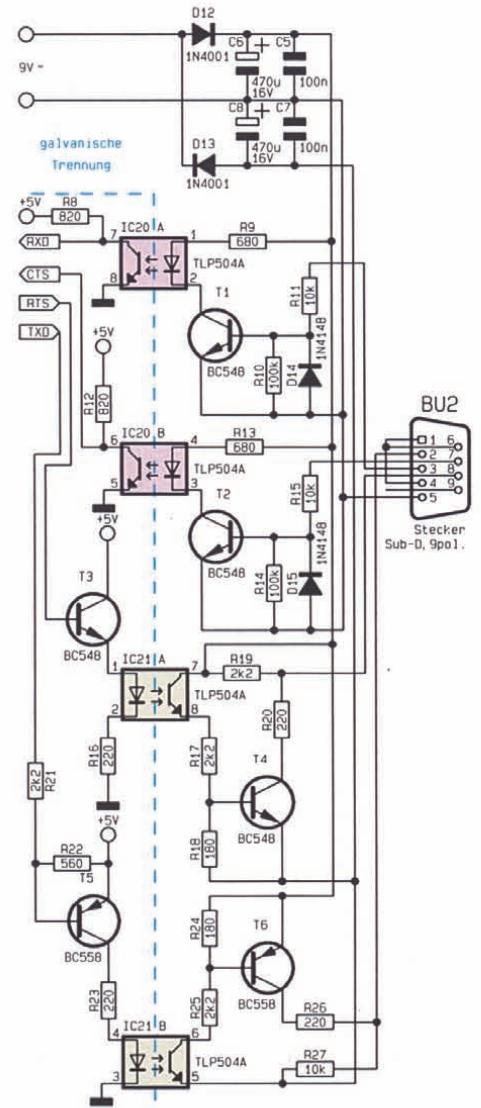
Zur Ansteuerung des Grafik-LC-Displays werden außer der Hauptadresse noch weitere Adreßleitungen (A8-A12) benötigt, um die verschiedenen Speicherchips (1-3), die Datenart (Daten oder Befehle) sowie die Richtung des Datenverkehrs (Lesen oder Schreiben) zu steuern. Tabelle 2 gibt Auskunft über die verschiedenen zugehörigen Speicherbereiche.

Zur Einstellung des Kontrastes des LC-Displays dient das digitale Poti IC 19 vom Typ X9C103, dessen Wert vom Controller in 99 Stufen einstellbar ist.

Um auch nach Abschalten des Gerätes die eingestellten Parameter zu erhalten, besitzt der FZ 7002 ein ferroelektrisches EEPROM (IC 2), welches über einen I<sup>2</sup>C-Bus (SCL, SDA) mit dem Mikrocontroller verbunden ist. IC 2 speichert ständig alle Einstellungen und Parameter, die somit beim Einschalten des Gerätes unverändert vorhanden sind.

### V24B-Schnittstelle (Abbildung 9)

Zur Kommunikation mit einem angeschlossenen PC besitzt der Frequenzzähler FZ 7002 eine vom Gerät galvanisch getrennte serielle V24B-Schnittstelle. Hierbei werden alle Signale der Schnittstelle



**Bild 9:** Schaltbild der V24B-Schnittstelle



le über 4 Optokoppler IC 20 und IC 21 geleitet. Da auch die Spannungsversorgung durch eine eigene Wicklung des Trafos TR 2 bereitgestellt wird, ist somit eine vollständige galvanische Trennung der Schnittstelle gewährleistet.

**Meßschaltung (Abbildung 10)**

Wenden wir uns nun einem weiteren, sehr wesentlichen Bereich der Schaltungstechnik des FZ 7002 zu, der zentrale Funktionsabläufe des eigentlichen Meßablaufes umfaßt.

Die Ausgangssignale der 3 Eingangverstärker und Vorteiler gelangen über die 3 Stiftleisten STL 1 bis STL 3 auf den Eingangselektor IC 7. Hier wird entweder ein Eingangssignal über die schaltbaren Inverter IC 8 C, B auf die beiden JK-Flip-Flops IC 10 A, B gegeben, oder aber es wird bei Messungen der Phasenverschiebung zwischen den Signalen von Kanal A und Kanal B das Signal von Kanal A über den Inverter IC 8 C dem Flip-Flop IC 10 A zugeführt sowie das Signal von Kanal B

über den schaltbaren Inverter IC 8 B dem Flip-Flop IC 10 B zugeführt.

Nach entsprechender Verknüpfung ihrer Ausgangssignale werden die Schalter S 1 (IC 13 C) und S 2 (IC 13 B) geschaltet, so daß der Zähler 1 (IC 14) Referenzoszillatorperioden und der Zähler 2 (IC 15) Eingangssignalperioden zählt. Aus den Zuständen STOP 1 und STOP 2 der Flip-Flops IC 10 erkennt der Controller das Ende einer Messung und kann dann über die Datenbuspuffer IC 16 und IC 17 die Zählerstände abfragen.

Da der Mikrocontroller eigene interne Zähler besitzt, werden die Überträge der beiden Zähler an diesen weitergeleitet, zur Übernahme der Zählung der höherwertigen Bits. Dadurch minimiert sich der Aufwand für diese Zähler beträchtlich.

Mit Hilfe von IC 11 kann der Controller entweder den eingebauten OCXO (IC 9) oder den externen Referenzgang als Referenzfrequenz schalten.

Die Steuerung der 3 Vorverstärker und Teiler erfolgt durch Setzen des Steuerlat-

ches IC 18. Hier sind außerdem die 3 Aktivitätsanzeigen der zugehörigen 3 Kanäle angeschlossen.

**Netzteil (Abbildung 11)**

Im Netzteil werden die diversen Spannungen aus 2 Trafos erzeugt. Trafo TR 1 ist zuständig für die Spannungsversorgung des Digitalteils (+5 V) sowie für die Beleuchtung des LC-Displays und die Versorgung des OCXOs (UNSTAB). Trafo TR 2 hingegen versorgt mit der ersten Wicklung ausschließlich die serielle Schnittstelle sowie mit der zweiten Wicklung die analogen und ECL-Bauteile der Vorverstärker (+5 VA, -5,2 VA).

**100MHz-Eingangverstärker (Abbildung 12)**

Der Vorverstärker DC-100MHz besteht im wesentlichen aus 3 Teilen:

1. der analogen Signalaufbereitung
2. der Offsettingstellung
3. dem Digitalbereich.

Im analogen Zweig befinden sich 3 HF-

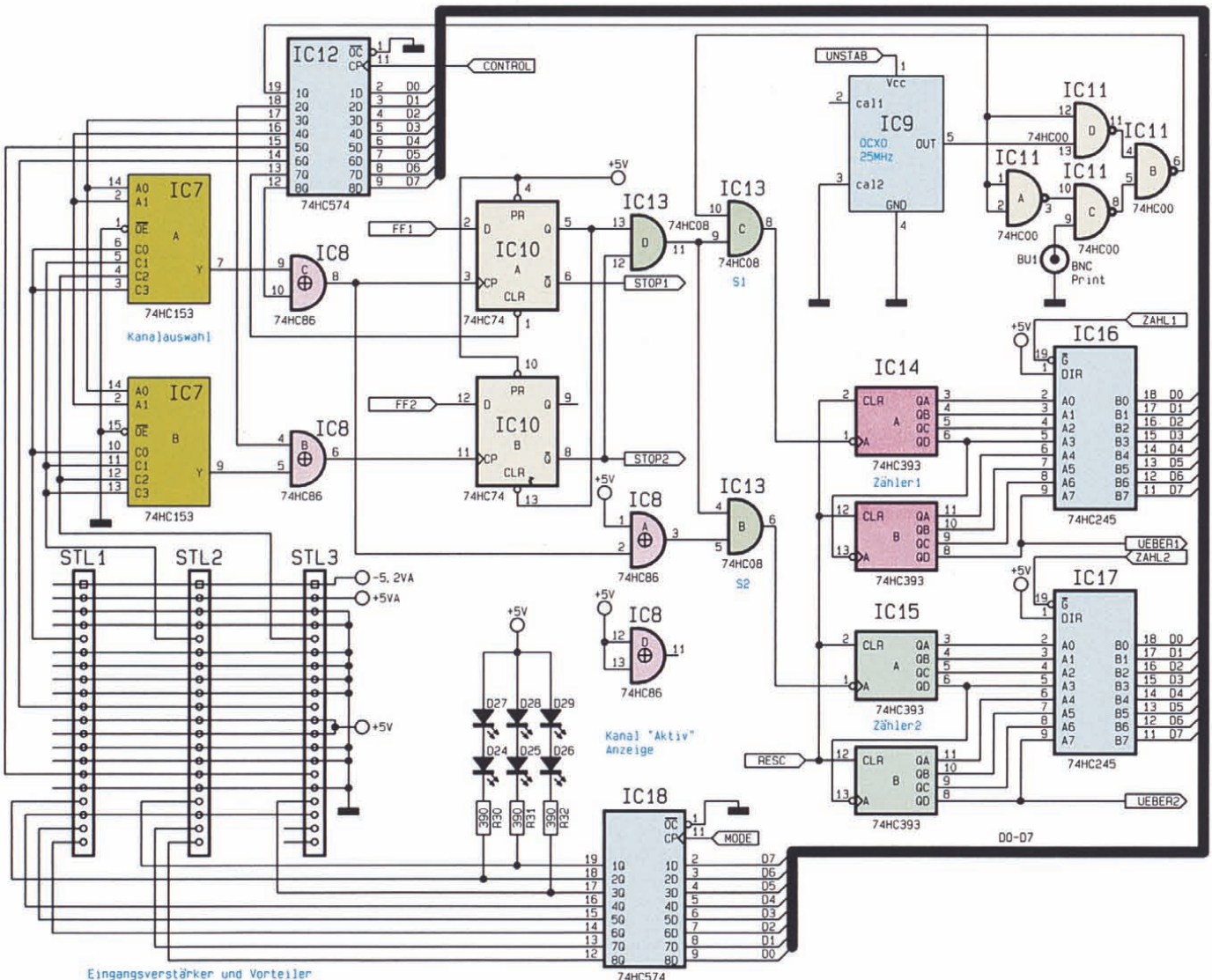


Bild 10 zeigt die Meßschaltung



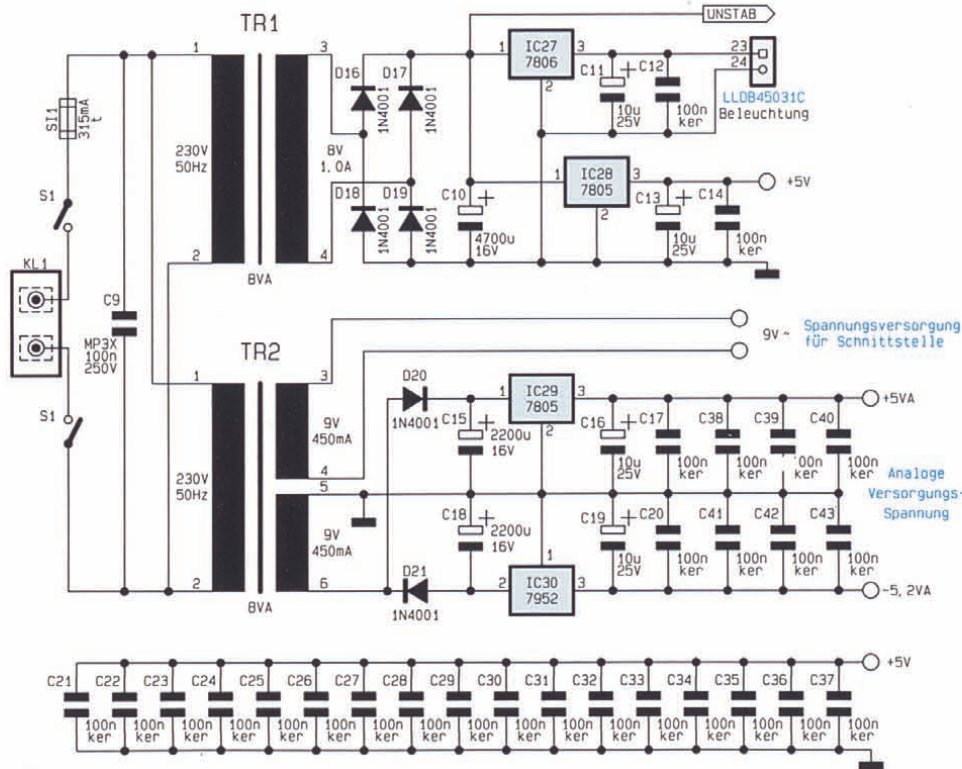


Bild 11 zeigt die Schaltung des Netzteils

Reed-Relais, mit denen folgende Einstellungen vom Mikrocontroller vorgenommen werden können:

- RE 1 schaltet die Kopplung von AC auf DC.
- RE 2 schaltet ein Dämpfungsglied 10 : 1 in den Signalzweig.

- RE 3 schaltet einen 50kHz-Tiefpaß zur Signalfilterung ein.

Das Eingangssignal wird auf den aus T 1 und Umgebung aufgebauten Impedanzwandler gegeben, wo die Eingangsimpedanz von  $1M\Omega \parallel 20pF$  auf  $50\Omega$  gewandelt wird. Anschließend gelangt das Signal auf

die aus D 6, C 9 und R 19 sowie D 7, C 10 und R 20 aufgebauten Spitzenwertgleichrichter, deren Spannungen von IC 10 A, B gepuffert werden. Gleichzeitig wird dem positiven Spitzenwert eine Spannung von ca. 100 mV zuaddiert und dem negativen Spitzenwert eine Spannung von ca. -100mV. Diese beiden Spannungen bilden nun die Grenzwerte, zwischen denen der Offset mit Hilfe des digitalen Potis IC 12 einstellbar ist.

Zusätzlich gelangt das Signal auf den schnellen ECL-Komparator IC 1 sowie den nachgeschalteten „ECL nach TTL“-Wandler IC 2. Das Ausgangssignal dieses Wandlers kann nun noch durch den schaltbaren Teiler IC 5 und IC 6 durch 4 geteilt werden, bevor es auf die Steckverbindung zur Hauptplatine gelangt. Hierdurch wird die maximale Ausgangsfrequenz des Vorverstärkers auf 25 MHz begrenzt, wodurch sich die Verwendung schneller und damit teurer und problematischer Bauelemente auf der Hauptplatine vermeiden läßt. Über das Latch IC 7 kann der Mikrocontroller die 3 Relais und den Frequenzteiler schalten.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung des Frequenzzählers FZ 7002 so weit abgeschlossen. Der dritte Teil dieses Artikels beschreibt die HF-Vorteiler und den Befehlssatz der seriellen Schnittstelle, gefolgt von der Beschreibung des Nachbaus. **ELV**

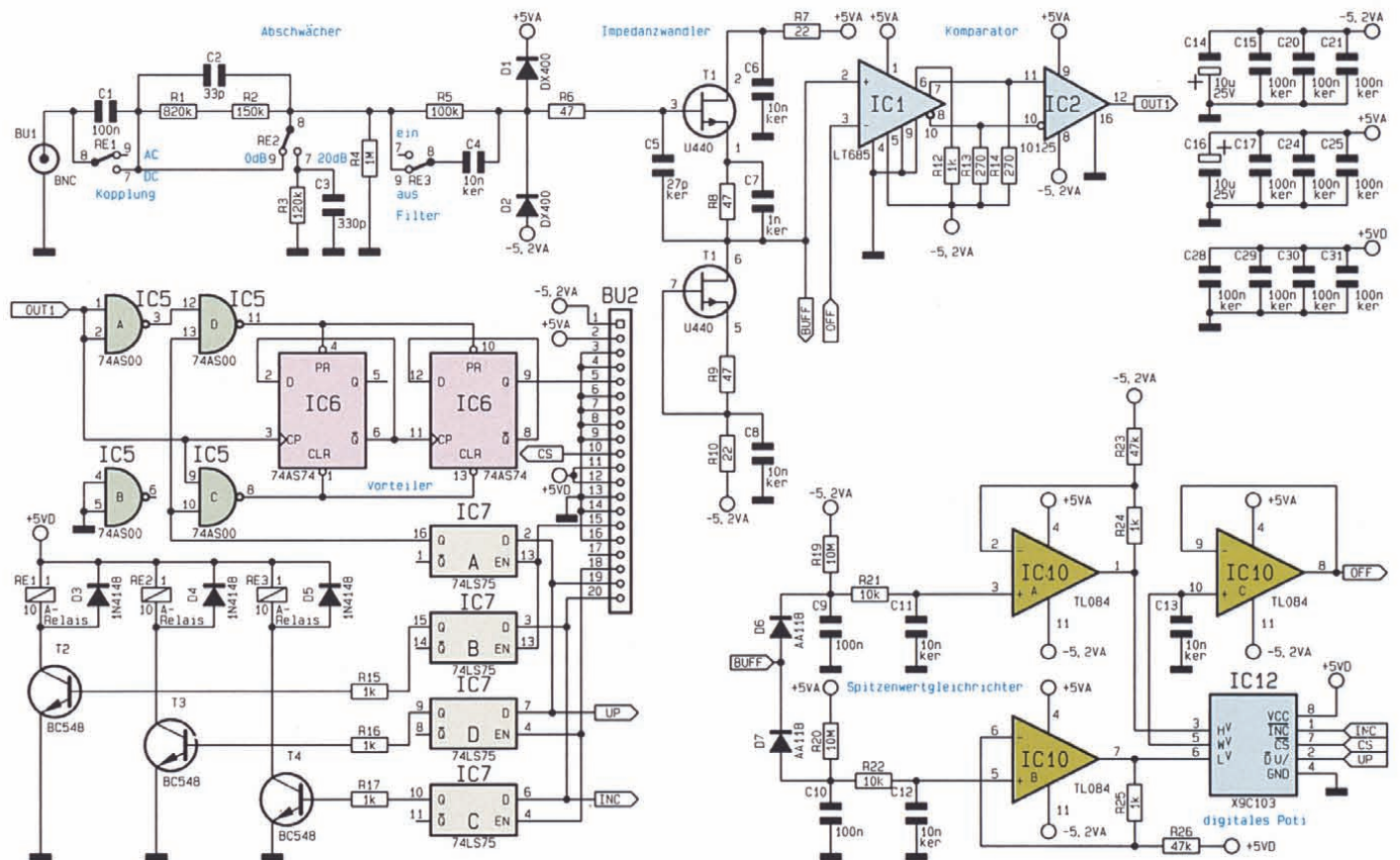


Bild 12: Schaltbild des 100MHz-Eingangsverstärkers