

# Neue Vorverstärker zum 1 GHz-Frequenzzähler FZ 7000

Unser vor genau drei Jahren im ELV journal Nr. 17 vorgestellter 1 GHz-Frequenzzähler FZ 7000 erfreut sich nach wie vor aufgrund seiner herausragenden Leistungsdaten großer Beliebtheit.

Durch die fortschreitende Technik konnten die Ingenieure des ELV-Teams die beiden im FZ 7000 enthaltenen Vorverstärker noch weiter verbessern, die wir Ihnen hier vorstellen wollen. Hier noch einmal die herausragenden Daten des FZ 7000 in Kurform:

- Ereignismessung, Periodendauermessung, Periodenmittelung sowie Frequenzmessung (Torzeit 0,1 s und 1 s).
- Überstreichung des gesamten Frequenzbereiches von DC (0 Hz) bis 50 MHz mit einem einzigen Vorverstärker.
- Nur ein weiterer Vorverstärker für den Bereich von 50 MHz bis 1 GHz erforderlich (typ. ab 20 MHz einsetzbar).
- Hohe Eingangsempfindlichkeit beider Vorverstärker von ca.  $20 \text{ mV}_{\text{eff}}$ , die in weiten Frequenzbereichen übertroffen wird.
- Hoher Bedienungskomfort durch Einsatz eines einzigen Präzisionsdrehchalters für alle Meßbereiche und Meßarten.
- 8stellige LED-Anzeige
- Hohe Nachbausicherheit für eine Schaltung dieser Komplexität.

## Allgemeines

Die wesentlichen Merkmale dieses 1 GHz-Frequenzzählers aus unserer ELV-Serie 7000 wurden bereits im Vorwort kurz angesprochen.

Besonders hervorzuheben sind hierbei die Daten der beiden Vorverstärker.

Der erste Vorverstärker überstreicht den gesamten Frequenzbereich von DC (0 Hz) bis 50 MHz. Hierdurch wird ein außerordentlich hoher Bedienungskomfort erreicht, da ohne Umstecken der Meßleitungen an den Eingängen des FZ 7000 zwischen Ereigniszählung, Periodendauermessung, Periodenmittelung sowie Frequenzmessung umgeschaltet werden kann und dies mit einem einzigen Präzisionsdrehschalter. Erst bei Frequenzmessungen oberhalb 50 MHz ist die Eingangssignalleitung auf den zweiten Vorverstärker umzustecken. In diesem Bereich ist jedoch ohnehin nur die Frequenzmessung von Interesse, da Periodendauermessungen bzw. Ereigniszählungen bei so hohen Frequenzen im allgemeinen nicht vorkommen; andererseits reicht jedoch der Frequenzbereich des zweiten Vorverstärkers bei etwas eingeschränkter Empfindlichkeit bis hinunter zu 20 MHz. Nach oben hin arbeitet dieser Vorverstärker bis hinauf zu 1,2 GHz (typ.)

Auf die Vorstellung und Beschreibung der Gesamtschaltung wollen wir an dieser Stelle verzichten, da dieses sowohl in den Sammelbänden 1–6 als auch in 7–12 enthalten ist. Wir wollen uns hier lediglich auf die beiden neu konzipierten Vorverstärker beschränken, die problemlos anstelle der ursprünglichen Versionen eingesetzt werden können (auch nachträglich).

## Vorverstärker DC bis 50 MHz

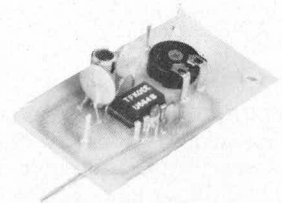
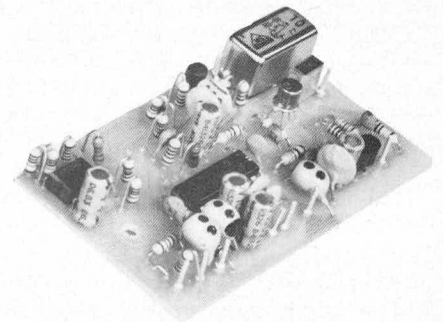
Der 0 bis 50 MHz-Vorverstärker zeichnet sich durch die wirklich bemerkenswerte Eigenschaft aus, daß er tatsächlich von DC, d. h. Gleichspannung (0 Hz), bis hinauf zu 50 MHz, ohne irgendeine Umschaltung zuverlässig arbeitet.

Hierbei ist allerdings zu beachten, daß mit Hilfe des DC-Pegeleinstellers immer die korrekte Anpassung an das Eingangssignal vorgenommen werden muß. Besonders bei sehr kleinen Eingangssignalen ist diese Einstellung sehr sorgfältig vorzunehmen. Darüber hinaus können nur Eingangssignale mit einem max. Gleichspannungsanteil von ca. 1 V verarbeitet werden. Hier kommt nun der Vorteil der neuen Vorverstärkerschaltung zum Tragen.

Die neue Version besitzt eine zusätzliche AC-Stellung mit elektronisch gesteuerter automatischer Empfindlichkeitsanpassung und -regelung. Sobald der DC-Pegeleinsteller an den linken Anschlag gebracht wird, schaltet eine Elektronik den Vorverstärker auf AC-Betrieb um (das Poti besitzt keinen Schalter) und steuert automatisch den internen DC-Pegel des Vorverstärkers auf den empfindlichsten Punkt. Jetzt können die Eingangssignale einen Gleichspannungsanteil bis zu 50 V aufweisen, wobei der Vorverstärker auf überlagerte Wechselspannungsfrequenzen mit voller Empfindlichkeit anspricht.

In der Stellung „AC“ liegt die untere Grenzfrequenz jedoch bei ca. 50 Hz, während die obere Grenzfrequenz auch weiterhin ohne Einschränkung bei 50 MHz liegt.

Eine Empfindlichkeitseinstellung im Bereich „AC“ ist nicht mehr erforderlich, da



dies elektronisch mit hoher Präzision erfolgt, so daß immer die max. Empfindlichkeit erreicht wird.

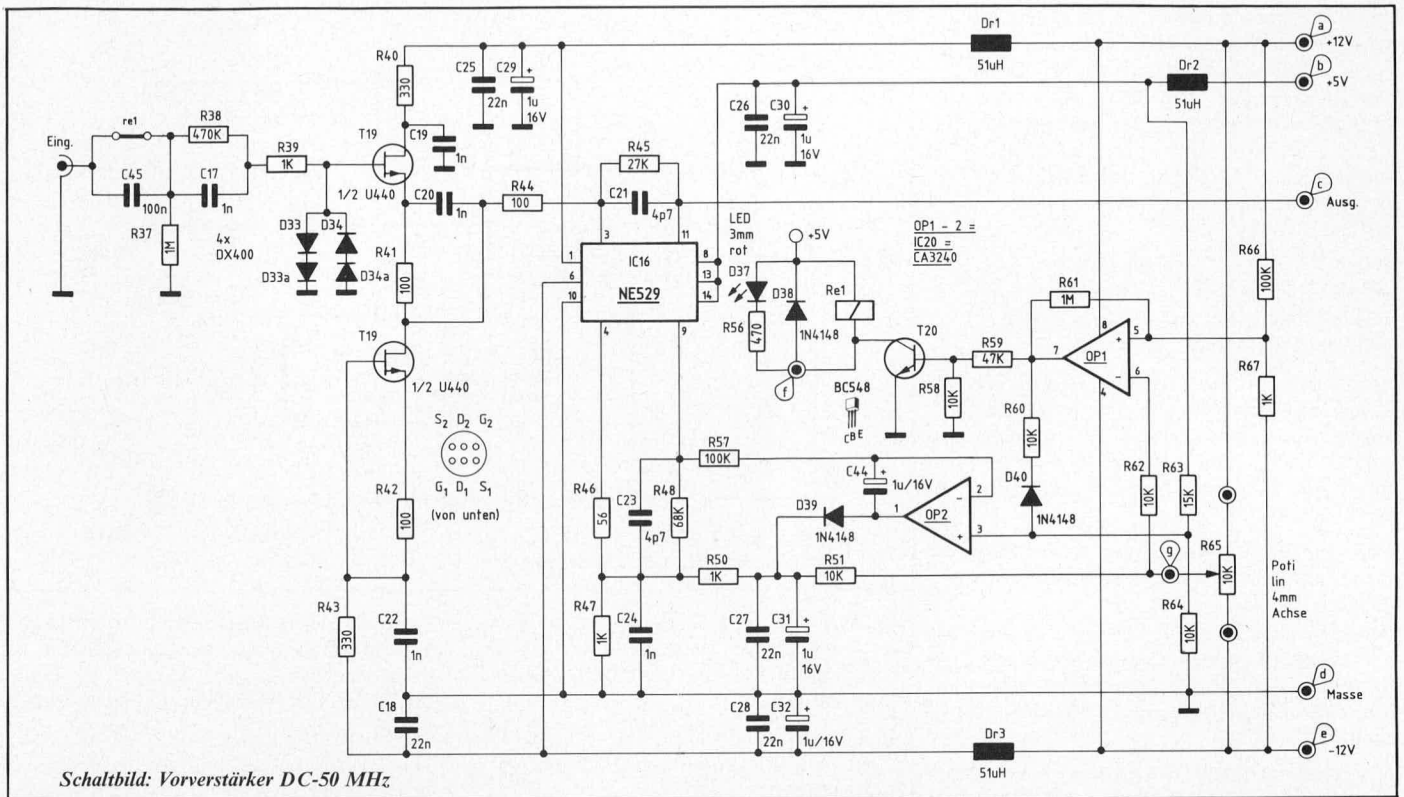
Die Sicherheit gegen zu hohe Eingangsspannungen liegt im unteren Frequenzbereich bei ca. 50 V, wobei kurzzeitig selbst 100 V dem Vorverstärker nichts anhaben können und sinkt im oberen Frequenzbereich auf ca.  $10 \text{ V}_{\text{ss}}$ . Da im oberen Frequenzbereich bei ca. 50 MHz ohnehin keine großen Spannungen zu erwarten sind, dürfte dieser Schutz vor Überspannungen mehr als ausreichend sein.

Doch kommen wir jetzt zur eigentlichen Funktion der Schaltung.

Das Eingangssignal gelangt über den Relaiskontakt re 1 (in Stellung DC) bzw. über den Kondensator C 45 (in Stellung AC) auf die R/C-Kombination R 38/C 17, um von dort über R 39 auf das Gate des Doppelfet's T 19 des Typs U 440 (oder U 441) zu gelangen. In einem Gehäuse sind hier zwei Feldeffekttransistoren enthalten. Die untere Hälfte dieses FET's ist als Stromquelle mit ähnlicher Dimensionierung zur oberen Hälfte in Reihe geschaltet, damit sich ein temperaturunabhängiges und stabiles Gleichspannungsverhalten dieser Impedanzwandlerstufe ergibt.

Die Dioden D 33, a/D 34, a dienen dem Schutz gegen Eingangsüberspannungen, wobei die superschnellen und kapazitätsarmen Typen DX 400 zur Anwendung kommen.

Über R 44 gelangt nun das Eingangssignal auf den Eingang von IC 16 des Typs NE 529, das einen Differenzverstärker mit Differenzausgang für TTL-Pegel beinhaltet. C 21 und R 45 dienen hierbei zur Rückkopplung. An Pin 11 steht nun das Ausgangssignal im TTL-Pegel zur Verfügung.



**Stückliste: DC-50 MHz  
Vorverstärker**

**Halbleiter**

IC 16	NE 529
IC 20	CA 3240
T 19	U 440
T 20	BC 548
D 33, D 33a, D 34, D 34a	DX 400
D 37	LED, rot, 3 mm
D 38, D 39, D 40	1N4148

**Kondensatoren**

C 17, C 19, C 20, C 22	1 nF Ker.
C 18	22 nF Ker.
C 21, C 23	4,7 pF Ker.
C 24	1 nF Ker.

C 25-C 28	22 nF Ker.
C 29-C 32, C 44	1 μF/16 V
C 45	100 nF

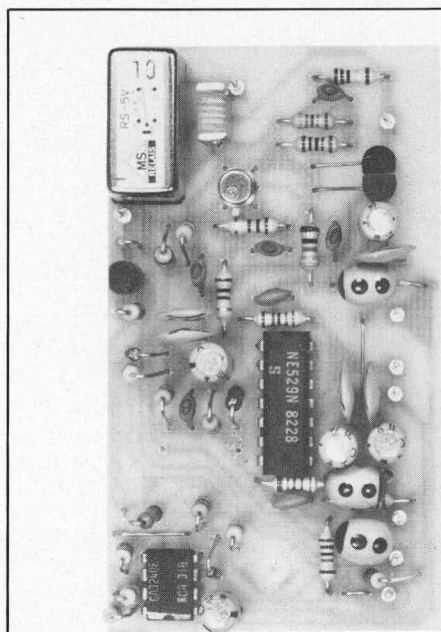
**Widerstände**

R 37	1 M Ω
R 38	470 kΩ
R 39	1 kΩ
R 40, R 43	330 Ω
R 41, R 42, R 44	100 Ω
R 45	27 kΩ
R 46	56 Ω
R 47	1 kΩ
R 48	68 kΩ
R 50	1 kΩ
R 51	10 kΩ
R 56	470 Ω

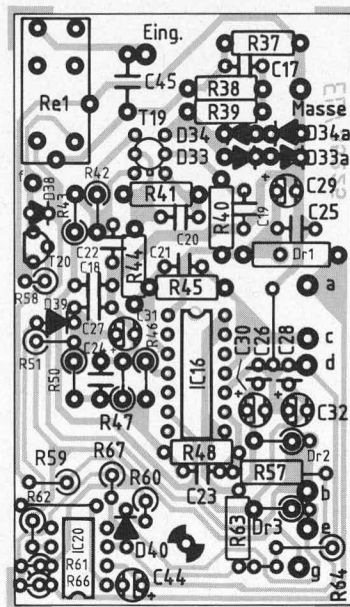
R 57	100 kΩ
R 58, R 60	10 kΩ
R 59	47 kΩ
R 61	1 MΩ
R 62, R 64	10 kΩ
R 63	15 kΩ
R 65	10 kΩ Poti, lin, 4 mm Achse
R 66	100 kΩ
R 67	1 kΩ

**Sonstiges**

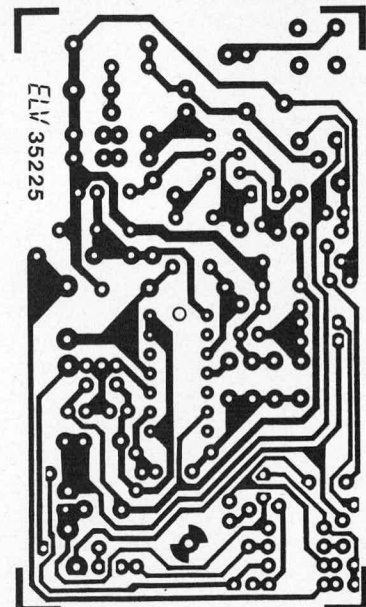
- Dr 1-Dr 3 ..... 51 μH
- Re 1 National Präzisionsrelais TYP N5P
- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3
- 1 Lötfläche 3,2 mm



Ansicht der fertig bestückten Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers



Bestückungsseite der Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers



Leiterbahnseite der Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers



Pin 4 und Pin 9 dieses IC's sind so geschaltet, daß sich eine zusätzliche Rückkopplung ergibt, wobei mit dem Poti R 65 eine Gleichspannungsverschiebung des zweiten Differenzeinganges (Pin 4) erreicht werden kann. Hierdurch wird es ermöglicht, eine individuelle Einstellung des Gleichspannungspegels auf das jeweilige Eingangssignal vorzunehmen.

Wird das zur DC-Pegeleinstellung dienende Poti R 65 an den Linksanschlag (untere Einstellung) gebracht, schaltet der Ausgang des OP 1 von ca. -12 V auf ca. +10 V.

Zum einen wird hierdurch der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 3) des OP 2 freigegeben und zum anderen T 20 durchgesteuert. Re 1 zieht an und der Kontakt re 1 öffnet. Die Schaltung befindet sich jetzt in Stellung „AC“.

Vom zweiten Ausgang des IC 16 (Pin 9) gelangt das zum TTL-Pegel aufbereitete Eingangssignal über R 57 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP 2. In Verbindung mit C 44 ist dieser OP als Integrator geschaltet, dessen Referenzspannung mit dem Spannungsteiler R 63/R 64 erzeugt wird.

Der Ausgang dieses OP's steuert über D 39 das Spannungspotential über R 50 am zweiten Eingang des IC 16 (über R 46 auf Pin 4) derart, daß sich das IC 16 immer auf der höchsten Eingangsempfindlichkeitsstufe bewegt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß ohne Anliegen eines Eingangssignales die Schaltung selbsttätig auf einer Frequenz von einigen 100 Hz schwingt. Sobald ein Signal an der Eingangsbuchse anliegt, arbeitet die Schaltung sofort absolut korrekt.

Das IC 16 benötigt drei Versorgungsspannungen, und zwar +12 V, +5 V, -12 V und Masse. Wichtig ist hierbei zu beachten, daß alle drei Versorgungsspannungen gleichzeitig am IC anliegen müssen, da sonst der Baustein bei Fehlen auch nur einer Versorgungsspannung sofort defekt wird.

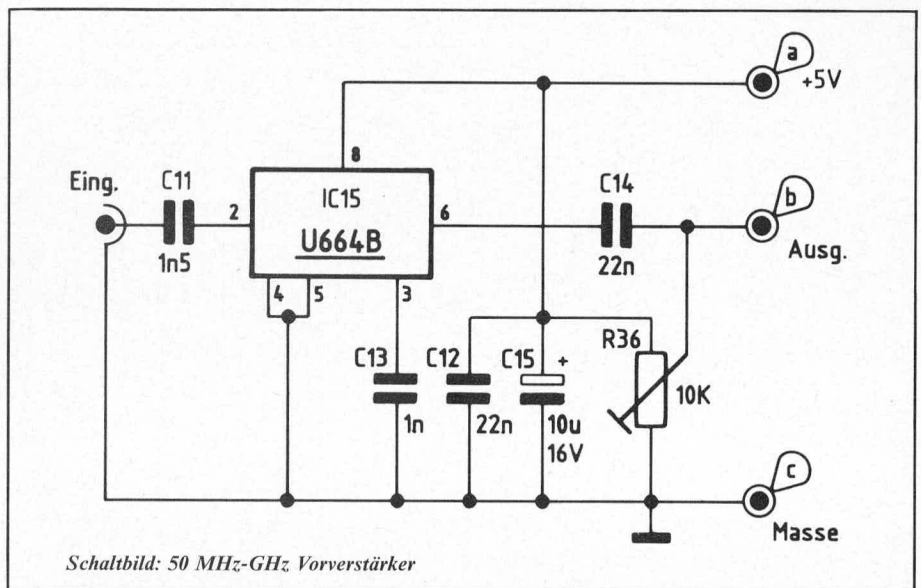
Das an Pin 11 des IC 16 anstehende Ausgangssignal kann direkt zur Weiterverarbeitung auf den TTL-Eingang des nachgeschalteten Gatters N 2 (Pin 2 des IC 1 auf der Hauptplatine) gegeben werden.

### Vorverstärker 50 MHz bis 1 GHz

Dieser ebenfalls hochqualifizierte Vorverstärker mit integriertem Teiler weist in weiten Frequenzbereichen eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 20 mV<sub>eff</sub> auf, wobei die Empfindlichkeit in der Nähe von 1 GHz etwas abnimmt, d. h. ein etwas größeres Eingangssignal erforderlich ist, dafür aber auch im allgemeinen Messungen bis hinauf zu 1,2 GHz = 1.200 MHz (!) möglich sind.

Gleichfalls sind unterhalb 50 MHz durchaus Messungen möglich, bis hinunter zu 20 MHz, teilweise sogar bis 10 MHz. Hier sind dann aber etwas größere Eingangsspannungen erforderlich.

Das Eingangssignal gelangt über C 11 auf den Eingang Pin 2 des IC 15 des Typs U 664 B. An dessen Ausgang (Pin 6) steht das verstärkte und durch 64 geteilte Eingangssignal zur Verfügung, das über C 14 ausgekoppelt wird.



Schaltbild: 50 MHz-GHz Vorverstärker

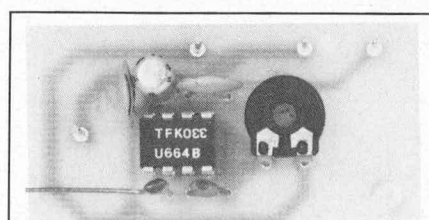
Der Trimmer R 36 dient der einmaligen Gleichspannungsanpassung an die folgende TTL-Stufe (Pin 4 des Gatters N 3 auf der Hauptplatine).

Die Kondensatoren C 12, C 13 sowie C 15 dienen zur Pufferung und Störspannungsunterdrückung.

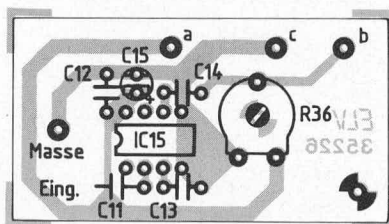
Die Torzeit bei Messungen mit diesem Vorverstärker ist so ausgelegt, daß die Meßfrequenz direkt auf der achtstelligen Anzeige des Frequenzzählers abgelesen werden kann. Hierzu ist es erforderlich, daß das Tor (Pin 1 des IC 7 auf der Hauptplatine) für exakt 0,64 s geöffnet wird, wodurch sich eine direkte Ablesung der Meßfrequenz mit einer Auflösung von 100 Hz ergibt.

### Zum Nachbau

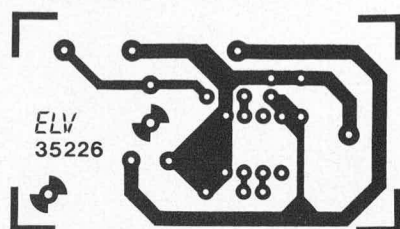
Der Nachbau ist in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorzunehmen.



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsseite der 1 GHz-VV-Platine



Leiterbahnseite der 1 GHz-VV-Platine

Da die Vorverstärker 1 und 2 besonderen Qualitätsansprüchen genügen müssen, ist es erforderlich, diese, jeden für sich, in ein abgeschirmtes hf-dichtes Gehäuse einzubauen.

Da sich am Aufbau und am Anschluß der beiden Vorverstärker in bezug auf die ursprünglichen Versionen nichts geändert hat, wollen wir auf eine weitere detaillierte Beschreibung an dieser Stelle verzichten, zumal der Nachbau einfach durchzuführen ist.

Auf der Frontplatine (Anzeigenplatine) des FZ 7000 ist eine kleine Änderung vorzunehmen, d. h. es sind vier Bohrungen für R 56 und die rote 3 mm Leuchtdiode zur Anzeige des AC-Betriebes vorzunehmen. Zweckmäßigerweise wird die Leuchtdiode direkt unterhalb des DC-Pegeleinstellers angeordnet. Die Verbindung zur Vorverstärkerschaltung erfolgt mit zwei dünnen, flexiblen, isolierten Leitungen.

### Stückliste:

#### 50 MHz — 1 GHz Vorverstärker

#### Halbleiter

IC 15 ..... U664B

#### Kondensatoren

C 11 ..... 1,5 nF Ker.  
C 12 ..... 22 nF Ker.  
C 13 ..... 1 nF Ker.  
C 14 ..... 22 nF Ker.  
C 15 ..... 10 µF/16 V

#### Widerstände

R 36 ..... Trimmer, liegend, 10 kΩ

#### Sonstiges

1 hf-dichtes Gehäuse  
2 Schrauben M 3 x 10 mm  
2 Muttern M 3  
1 Lötflanke 3,2 mm