

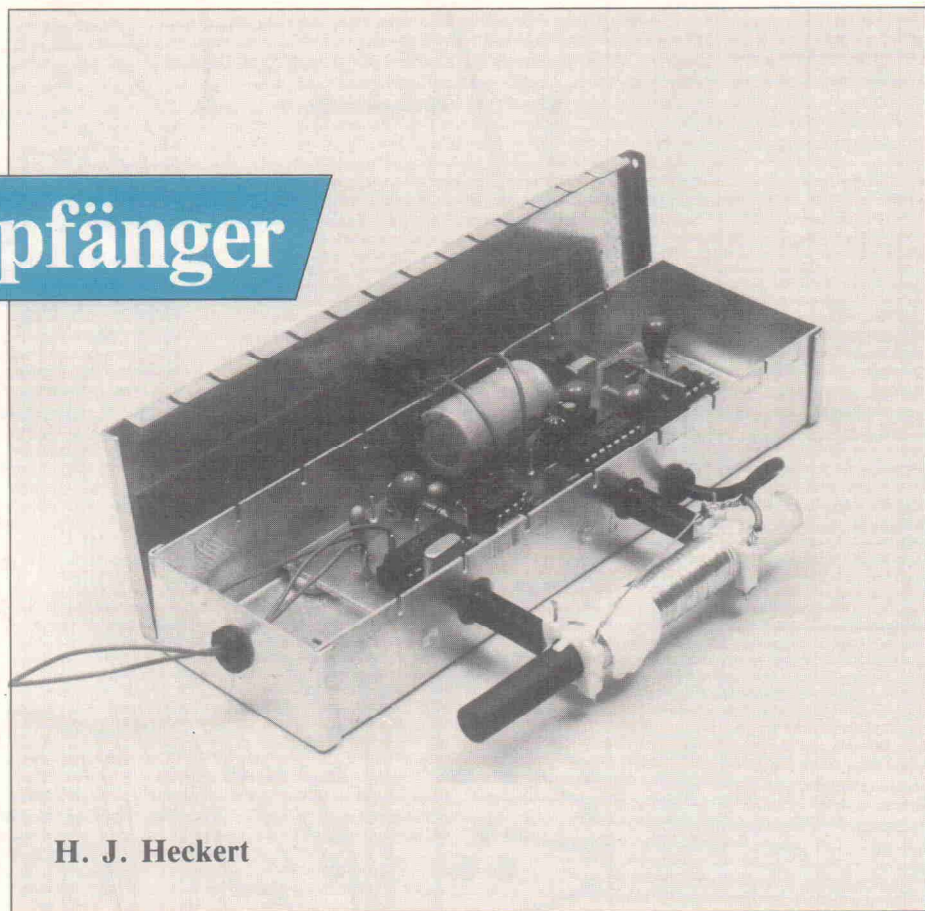
DCF-77-Empfänger

Atomuhr-Interface

Um die Atomuhr an die in Mainflingen bei Frankfurt ausgestrahlte Normalzeit 'einzuklinken', wird ein spezielles Empfangsteil benötigt. Obwohl in den letzten Jahren einige Bauvorschläge zu diesem Thema veröffentlicht worden sind, wurde jetzt ein völlig neues Konzept erarbeitet. Hierbei stand die Optimierung der Empfangsleitung unter Verwendung leicht beschaffbarer Bauteile im Vordergrund. Der Nachbau ist unproblematisch. Es sind keine besonderen Kenntnisse der Hochfrequenztechnik erforderlich, da die Schaltung keinerlei Abgleich erfordert.

Wenn man nicht gerade in der Nähe Frankfurts wohnt, muß man im allgemeinen mit relativ geringen Empfangsfeldstärken rechnen. In Braunschweig, wo die Schaltung entwickelt worden ist, beträgt nach Angabe der PTB die Feldstärke 5 mV/m, und dementsprechend erreicht das von der Ferritantenne gelieferte Signal nur einige 10 µV. Um im gesamten Bundesgebiet sicheren Empfang zu gewährleisten, sollte die Empfindlichkeit möglichst hochgetrieben werden. Hieraus ergibt sich die Forderung nach hoher, stabiler Verstärkung (wenigstens 10 000fach), geringem Rauschen und einer Bandbreite unter 100 Hz.

Darüber hinaus kann der Empfang durch benachbarte Störfelder erheblich beeinträchtigt werden. Besonders heikel ist die Platzierung der Antenne in der Nähe eines laufenden Fernsehgerätes. Ein Abstand von wenigstens 3 m ist deshalb bei den meisten Empfangsteilen einzuhalten, um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Die Störungen sind hauptsächlich auf das oberwellenreiche Magnetfeld des Zeilentransformators zurückzuführen. Die 5. Harmonische der Zeilenfrequenz beträgt $15\,625\text{ Hz} \times 5 = 78\,125\text{ Hz}$ und liegt somit nur 625 Hz neben der eigentlichen Empfangsfrequenz.



H. J. Heckert

Übliche Schaltungen stellen zumeist Geradeausempfänger dar. Dieses an sich einfache Verfahren erweist sich bei näherer Betrachtung als recht problematisch. Einerseits erfordert die Geradeausverstärkung von 77,5 kHz einen sorgfältig abgeschirmten Aufbau, um Schwingneigungen infolge Rückkopplung zu unterbinden. Andererseits läßt sich die geforderte Bandbreite nur mit relativ teuren Quarzfiltern realisieren.

Wesentlich günstiger ist die Umsetzung der Empfangsfrequenz auf eine niedrigere Zwischenfrequenz, womit wir beim Prinzip des echten Superhet-Empfängers (Überlagerungsempfängers) angelangt sind. Dadurch, daß dieses Verfahren längst zum Industriestandard geworden ist, sind entsprechende ICs preisgünstig im Handel. Der hier verwendete TDA 1072 enthält auf einem Chip ein komplettes AM-Empfangsteil von der geregelten HF-Vorstufe bis hin zum Demodulator und führt im Endeffekt zu einem Konzept, das einfacher wird als der Geradeausempfänger.

Der eigentliche Clou liegt in der Wahl der Oszillatorfrequenz. Mit Hilfe eines 5-MHz-Standardquarzes und eines Binärteilers wird ein stabiler Hilfsträger von $5\text{ MHz} : 64 = 78\,125\text{ Hz}$ erzeugt.

Hierbei ergibt sich eine Zwischenfrequenz von $78\,125\text{ Hz} - 77\,500\text{ Hz} = 625\text{ Hz}$. Diese Zahlen sollten uns zu denken geben, tauchten sie doch am Anfang des Beitrages schon einmal auf. Die Oszillatorfrequenz entspricht exakt der vom Zeilentrafo ausgestrahlten Störfrequenz. Die Überlagerung des Fernsehstörsignals mit der Oszillatorfrequenz ergibt am Mischerausgang fast 0 Hz Differenz und kann deshalb von dem nachgeschalteten 625-Hz-Zwischenfrequenzfilter weitgehend unterdrückt werden. Damit wird eine wirksame Ausblendung der Zeilenstörfeldkomponente erreicht.

In der Praxis verringerte sich der minimale 'Sicherheitsabstand' zwischen Ferritantenne und Fernsehgerät auf weniger als 1 m! Mit 625 Hz liegt die Zwischenfrequenz mitten im Hörbereich und kann direkt über Kopfhörer kontrolliert werden. Außerdem läßt sich diese Frequenz problemlos hochverstärken, und ein geeignetes Filter läßt sich ohne Spulen als aktives Filter aufbauen. Die geforderte Bandbreite von höchstens 100 Hz entspricht dann etwa einem Gütefaktor 10.

Die Schaltung

Das Herz der Schaltung stellt der bereits erwähnte TDA 1072 dar (IC3).

Zur Illustration ist in Bild 1 das 'Innenleben' dargestellt.

Von der Ferritantenne wird das Empfangssignal symmetrisch auf die beiden Eingänge des HF-Vorverstärkers gekoppelt. Die Kondensatoren C1 und C2 dienen der Abschwächung niederfrequenter Störsignale, wie sie beispielsweise in der Nähe von Netztransformatoren auftreten. Auf eine exakte Anpassung der Ferritantenne an den Verstärkerausgang kann verzichtet werden. Das Oszillatorsignal wird mit einem Oszillator/Teiler-IC (IC4) erzeugt und auf den Oszillatoreingang (Pin 12 von IC3) gekoppelt. Der Ausgang des symmetrischen Ringmischers (Pin 1 von IC3) arbeitet auf das als Parallelkreis ausgeführte 625-Hz-Zwischenfrequenzfilter. Es besteht aus dem Parallelkondensator C3 und der als Gyrator ausgeführten Induktivität (IC1a, R1, R2 und C4). Dieses Filter hat eine Bandbreite von rund 50 Hz und bringt im Gegensatz zu Spulbandfiltern mit Abwärtstransformation einen erheblichen Verstärkungsgewinn. Dies ergibt sich aus der hohen Schwingkreisimpedanz (ca. 500 k) in

Verbindung mit dem nachgeschalteten Verstärker (IC1b). Bei einer maximalen Mischsteilheit von 5,5 mA/V errechnet sich die Spannungsverstärkung vom Antenneneingang bis zum Mischerausgang zu $5,5 \text{ mA/V} \times 500 \text{ k} = 2750$ fach, und dementsprechend ergibt sich eine etwa 15000fache Verstärkung am Kopfhörerausgang. Dieses Signal gelangt auf den ZF-Eingang (Pin 3,

IC3), wird weiter verstärkt, demoduliert und an Pin 6 ausgekoppelt. Die Umsetzung in ein TTL-Signal erfolgt mit dem Komparator IC2b. Sobald der Pegel an Pin 6 unter 66 % seines Mittelwertes abfällt, kippt der Open-Collector-Ausgang in den Zustand 'High', so daß während der Sekundenimpulse eine logische 1 an den Computer übermittelt wird. Das zweite

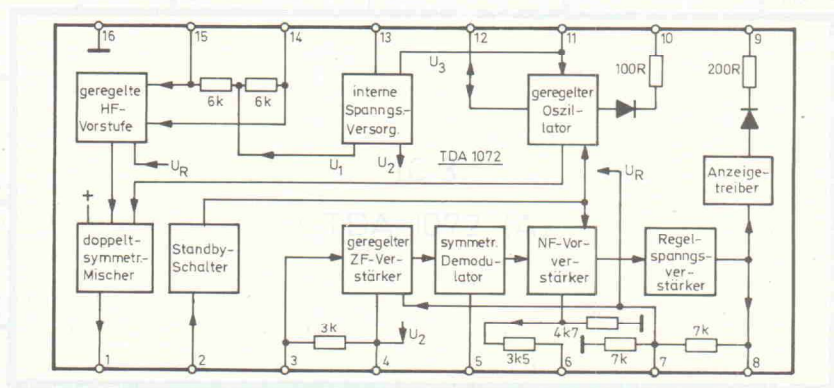


Bild 1. Die Innenschaltung des TDA1072

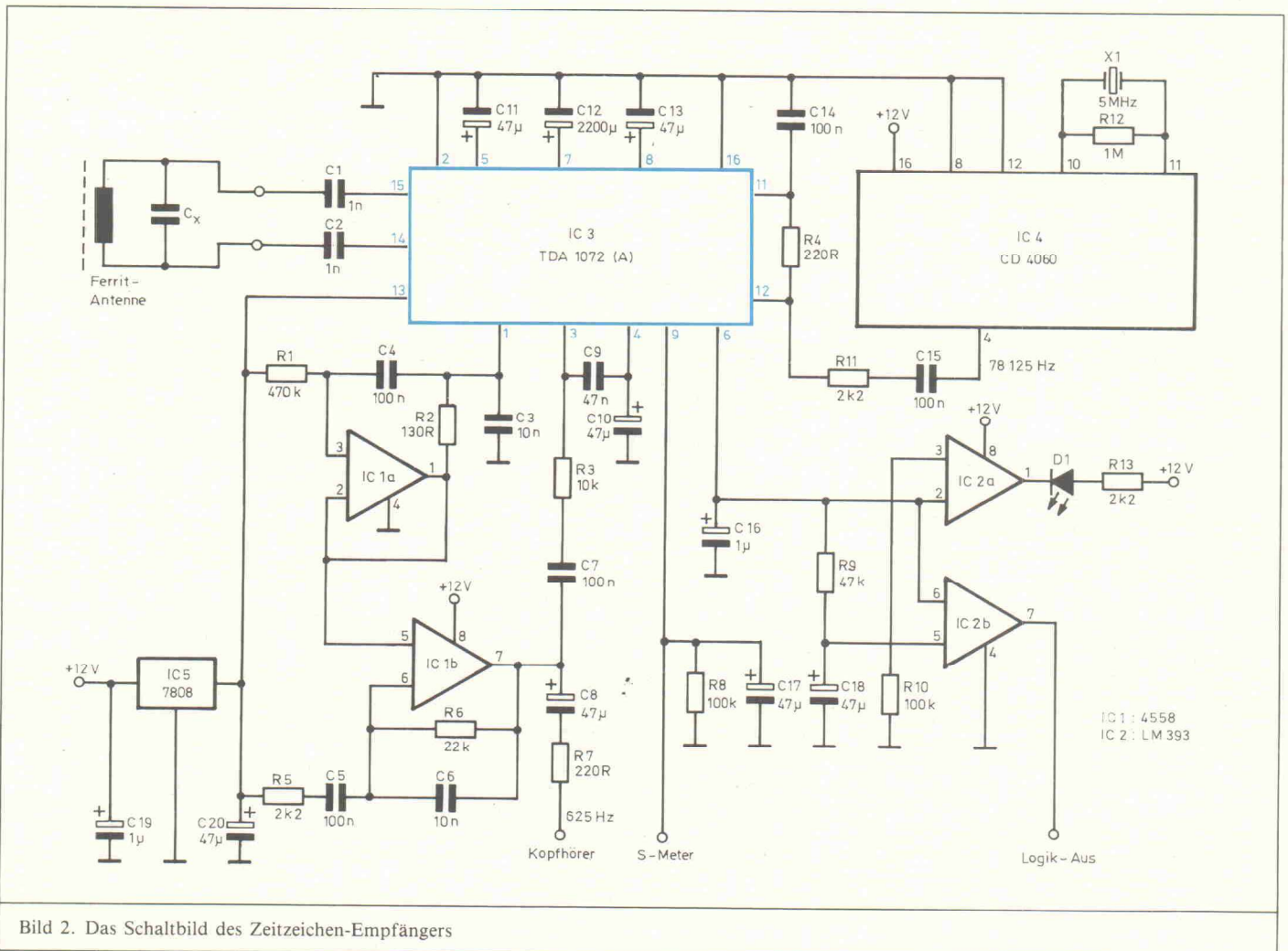


Bild 2. Das Schaltbild des Zeitzeichen-Empfängers

Bauanleitung:

DCF-77-Empfänger

Technische Daten

Empfangsfrequenz	77,5 kHz
Zwischenfrequenz	0,625 kHz
-3 dB-Bandbreite	0,05 kHz
Grenzeempfindlichkeit	1...3 μ V
TTL-Ausgang	Open-Collector, active high
Stromversorgung	12-15 V, 40 mA

Segment des Doppelkomparators (IC2b) treibt die Anzeige-LED. Diese verläscht im Takt der Sekundenimpulse.

Zusammenbau und Inbetriebnahme

Nachdem die Platine entsprechend der Vorlage vollständig bestückt worden ist, kann sie in ein Gehäuse eingesetzt werden. Da die Schaltung nicht unbedingt abgeschirmt zu werden braucht, kann hier ein preisgünstiges Kunststoffgehäuse verwendet werden.

Die Ferritantenne sollte einige cm entfernt vom Quarzoszillator montiert werden. Zur Befestigung bieten sich

entsprechend große Kabelschellen aus Nylon an. Sofern es Beschaffungsprobleme mit der Ferritantenne geben sollte, muß ein altes Radio erhalten. Das Mustergerät läuft einwandfrei mit einer ausgebauten MW-Ferritantenne, die Wicklung brauchte nicht einmal verändert zu werden. Mit Hilfe eines Tongenerators wird der Empfangskreis auf etwa 77,5 kHz abgeglichen, die erforderliche Parallelkapazität C_x betrug in unserem Fall 8n2. Der Feinabgleich erfolgt am laufenden Gerät durch Verschieben der Wicklung längs des Stabes, so daß sich im angeschlossenen Kopfhörer die maximale Lautstärke einstellt.

Überhaupt erweist sich der Kopfhörerausgang als praktische Kontrollmöglichkeit. Einerseits läßt sich die Antenne gehörmäßig optimal ausrichten, andererseits lassen sich Störungen sofort erkennen, und auf diese Weise kann man den günstigsten Aufstellungsort ausprobieren. Fernsehstörungen machen sich als Prasseln bemerkbar, breitbandige Störer wie Computer etc. verursachen eine Zunahme des Rauschens.

Für die Stromversorgung reicht ein einfaches Steckernetzteil ohne Stabilisierung. Im Betrieb muß die Versorgungsspannung zwischen 12 und 15 V liegen. □

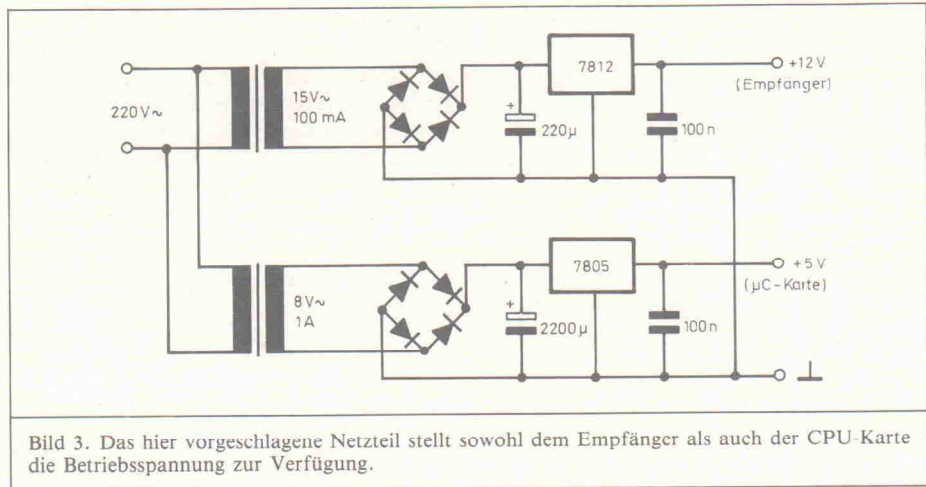


Bild 3. Das hier vorgeschlagene Netzteil stellt sowohl dem Empfänger als auch der CPU-Karte die Betriebsspannung zur Verfügung.

Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)

R1	470k
R2	130R
R3	10k
R4,7	220R
R5,11,13	2k2
R6	22k
R8,10	100k
R9	47k
R12	1 M0

Kondensatoren

C1,2	1n0 ker. RM 5
C3,6	10n
C4,5,7,14,15	100n
C8,10,11,13,17,18,20	47 μ /16 V Elko
C9	47n ker. RM 2,5
C12	2200 μ /16 V Elko
C16,19	1 μ 0/16 V Elko

Halbleiter

IC1	RC4558
IC2	LM393
IC3	TDA1072 (A)
IC4	CD4060BE
IC5	7808
D1	LED, rot

Sonstiges

- 1 Ferritantenne mit Kondensator (C_x)
- 1 5-MHz-Quarz
- 1 Gehäuse
- 2 IC-Fassungen DIL 8
- 2 IC-Fassungen DIL 16

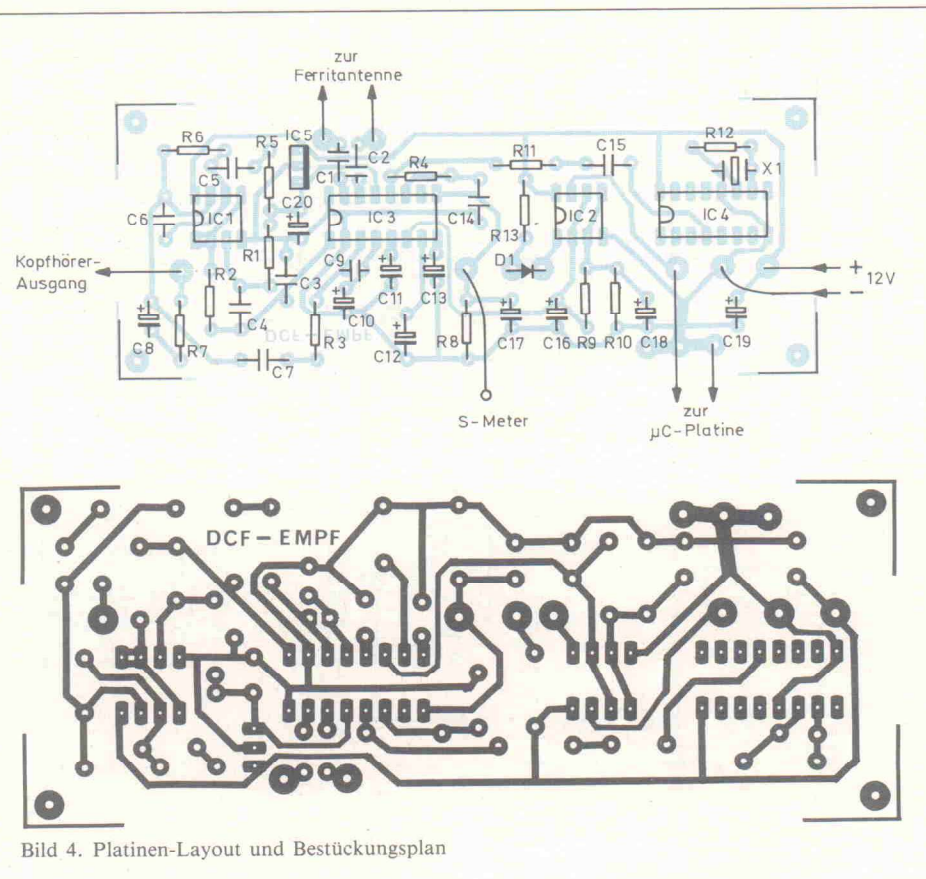


Bild 4. Platinen-Layout und Bestückungsplan