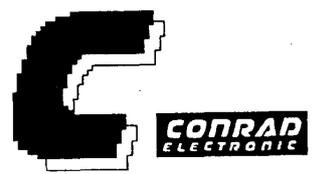


Aufbau des ***DCF-77-Signals***

Best.-Nr. 19 0683



DCF77-Zeitzeichen-Empfänger

UE 2124/2125

Das Ohr am Puls der Zeit

Speziell zum Einsatz in Funkuhren wurden zwei Schaltkreise entwickelt, die die Signale von Zeitzeichensendern im Langwellenbereich empfangen und decodieren.

Mit einer ganz geringen Anzahl externer Bauelemente lassen sich so komplette Zeitzeichenempfänger aufbauen, die ausgangsseitig die aufbereitete Digitalinformation bereitstellen.

Kurzdaten der Schaltkreise UE 2124/2125

Versorgungsspannung	: 1,2...1,4...2,2 v
Stromaufnahme (im Betrieb)	: 600 μ A (< 1 mA)
(im Stand-by)	: 2 μ A (< 10 μ A)
Schaltstrom an PON (bei $U_{PON} = \text{HIGH}$)	: -15 μ A (< -50 μ A)
Eingangsspannungsbereich Nachverstärker	: 30...450 μ V
HF-Verstärkung an AI	: 53 dB
Demodulator-Ausgangsspannung	: 200 mV _{SS}
Ausgangsstrom (I_{OH})	: max. 10 μ A
Ausgangsstrom (I_o , bei $U_a \leq 200$ mV)	: min. 60 μ A
Ausgangsimpulsbreite (bei LOW-Bits)	: 100 ms (< 120 ms)
(bei HIGH-Bits)	: 200 ms (> 180 ms)

Beide ICs sind weitgehend identisch aufgebaut und unterscheiden sich nur in einem Punkt:

Der UE 2124 besitzt zwei umschaltbare Antennen-Eingänge, um dadurch einen vollkommen lageunabhängigen Betrieb zu ermöglichen; er ist als SMD im 20poligen SOP-Gehäuse lieferbar (Surface Mounted Device = Oberflächen-montierbares Bauteil;).

Bild 1: Der UE 2124 unterscheidet sich von seinem kleineren „Bruder“ UE 2125 nur durch zwei umschaltbare Antennen-Eingänge und das größere Gehäuse.

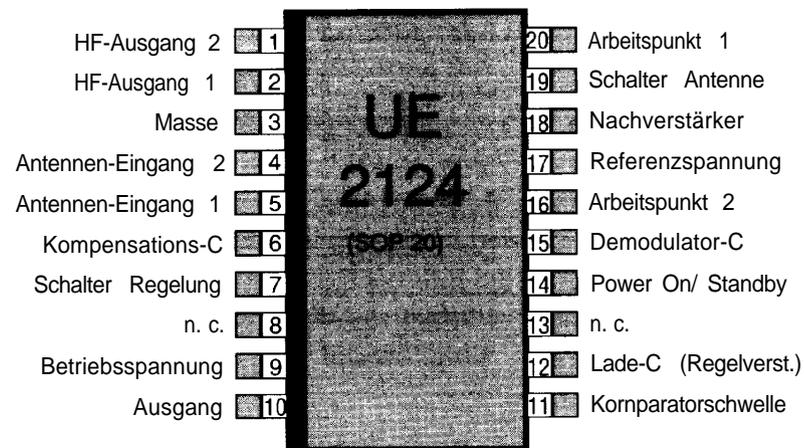
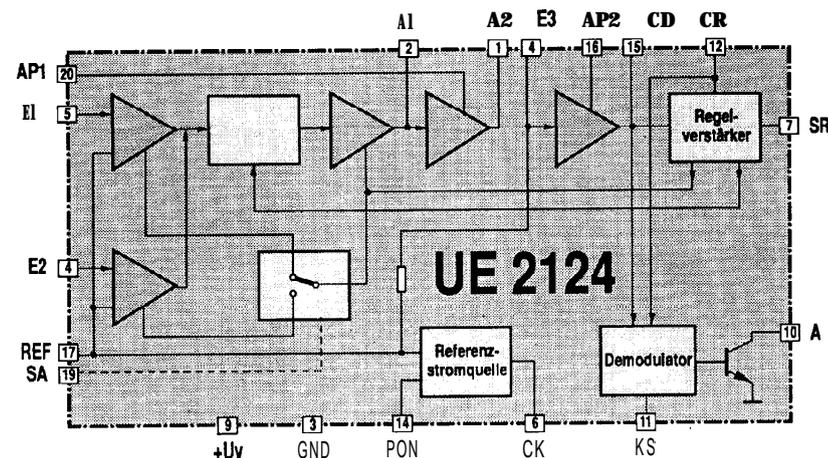
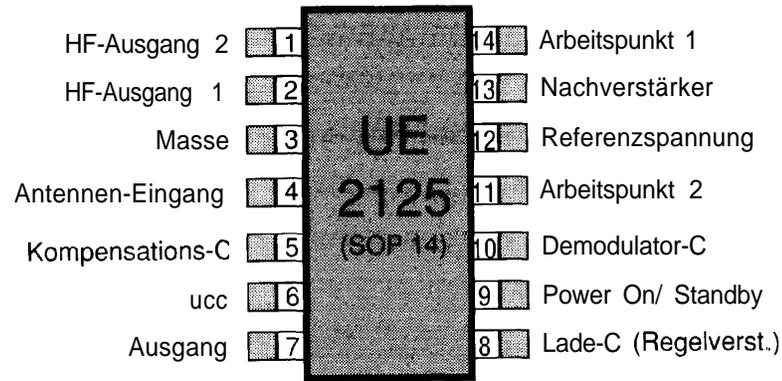


Bild 2: Blockschaltung des Größeren der beiden Empfänger-IC 's; der „Kleine“ unterscheidet sich hiervon aber nur unwesentlich.



Die abgemagerte Version UE 2125 steht, ebenfalls als SMD, im 14poligen Standard-SOP-Gehäuse zur Verfügung, das Sie aus gängigen SMD-Bauanleitungen kennen (Bild 3). Bis auf den doppelten Eingangsteil entspricht dieses IC dem Schema von Bild 2

Bild 3: UE 2725



Bei diesen ICs wurde insbesondere Wert auf geringe Stromaufnahme gelegt, um auch den Batteriebetrieb zu ermöglichen. Außerdem kann man die Schaltkreise über einen Steuereingang (PON) abschalten, um die Stromaufnahme im Standby-Betrieb weiter zu senken. Die dann noch benötigten $2 \mu\text{A}$ zur IC-Versorgung fallen wirklich nicht mehr ins Gewicht.

Die Stromversorgung ist, passend zum Batteriebetrieb, auf einen Bereich von $1,2 \dots 2,2 \text{ V}$ ausgelegt, entsprechend einer Zellenspannung von $1,5 \text{ V}$ Nennwert. Als Optimum gibt der Hersteller einen Wert von $1,4 \text{ V}$ an, der sich bei höherer Oberspannung $+U_{\text{Oa}}$ auch durch einen Längswiderstand in der Plusleitung herstellen läßt.

Beeindruckend ist der hohe Dynamikbereich, der Eingangsspannungen von $1 \mu\text{V} \dots 100 \text{ mV}$ zuläßt, ohne daß eine Übersteuerung eintritt! Es ist erstaunlich, was der Regelverstärker in diesem Winzling noch „ausregeln“ kann.

Der Ausgang A2 mit einer Impedanz von ca. $7,5 \text{ k}\Omega$ hat gegenüber A1 ein um ca. 5 dB abgeschwächtes, invertiertes Signal. Der Vorverstärker erreicht bis zum Ausgang A1 eine typische Verstärkung von 53 dB . In diesem Bereich der beiden HF-Ausgänge sollte ein Quarzfilter angeordnet sein, um für die nötige Trennschärfe zu sorgen.

Als Filter-Bandbreite zwischen A1 und dem Eingang E3 des Nachverstärkers sind $20 \dots 25 \text{ Hz}$ anzustreben (gegebenenfalls durch Reihenschaltung mit einem $330 \text{ k}\Omega$ -Widerstand). Schon aufgrund dieses extrem schmalbandigen Verhaltens ist der Einsatz eines Quarzes naheliegend. Für den in ganz Mitteleuropa zu-

empfangenden deutschen Zeitzeichensender DCF77 werden mittlerweile Subminiatur-Quarze angeboten, die gerade einmal 3 mm dick und 8 mm lang sind und somit das SMD-Konzept nicht durch „Klobigkeit“ verderben.

Beim UE 2124 hat man durch die beiden Eingänge natürlich auch die Möglichkeit, einen Empfänger für zwei verschiedene Frequenzen aufzubauen (Mehrnormen-Empfänger). Die beiden Filterquarze werden dann von den Ausgängen A1 bzw. A2 zum Eingang E3 gelegt. Für diesen Fall ist der Antennen-Umschalter SA vorgesehen, der bei Bedarf durch einen hochohmigen Teiler (ca. $1 \text{ M}\Omega$) vor Spannungen größer $+U_{\text{V}}$ zu schützen ist.

Am Ausgang CD stehen die demodulierten Zeitzeichenimpulse zur Verfügung; die Zeitkonstante errechnet sich aus der Kapazität an diesem Anschluß, multipliziert mit dem Innenwiderstand des Demodulators von $70 \text{ k}\Omega$.

Am Anschluß CR wird die Regelspannung gewonnen, wobei die Regelzeitkonstante durch einen umschaltbaren Entladekreis und den Kondensator an CR bestimmt wird. Diese Umschaltung der Regelgeschwindigkeit erfolgt an SR; liegt hier LOW-Pegel an, dann ist eine größere Regelzeitkonstante wirksam als bei HIGH-Pegel. Um Regelschwingungen zu vermeiden, kann man in Reihe mit dem CR-Kondensator noch einen Widerstand von 680Ω legen. Es hat sich aber im praktischen Betrieb gezeigt, daß schon ein ausreichend großer Elko für genügende Stabilität sorgt, zumal die Feldstärkeschwankungen von DCF77 kaum wahrnehmbar sind. Messungen der ankommenden Feldstärke haben zwischen München ($\approx 4 \text{ mV/m}$), Krefeld ($\approx 3 \text{ mV/m}$) und Berlin ($\approx 0,8 \text{ mV/m}$) ohnehin nur geringe Unterschiede ergeben.

Dennoch bleiben unterschiedlich stark einfallende Eingangssignale nicht ganz ohne Einfluß auf das digitalisierte Ausgangssignal. Je nach Feldstärke und eingestellter Kornparatorschwelle (KS) variiert die Breite der Ausgangsimpulse (aktiv LOW):

Bei den kurzen Null-Bits, die nominell 100 ms lang sind, können maximal 120 ms auftreten. Und für die langen HIGH-Bits von nominell 200 ms werden mindestens 180 ms Dauer garantiert. Diese Toleranzwerte stellen an die angeschlossene Auswerteschaltung keine übertriebenen Forderungen, so daß man an dieser Stelle auf jeden zusätzlichen Aufwand verzichten kann.

Am Ausgang A liegt ein Treibertransistor, von dem der offene Kollektor herausgeführt ist. Bedingt durch das „zarte“ IC steht hier nur eine begrenzte Treiberleistung von $60 \mu\text{A}$ zur Verfügung, so daß ein nachgeschalteter Buffer sehr zu empfehlen ist.

Auch bei Betrieb an niedriger Versorgungsspannung (z.B. $+U_v = 1,4\text{ V}$) ist es zulässig, den Pull-up-Widerstand des Ausgangstreibers an eine andere Spannung zu legen (deren Pluspol). Mit einer zusätzlichen Anpaßschaltung kann man so eine Auswertung mit Standardbausteinen aufbauen, ohne beim Empfänger auf die Vorteile des Stromsparbetriebs zu verzichten.

Über 100 Jahre maßgebend

Auf Anregung der Physiker Werner von Siemens und Hermann von Helmholtz wurde im Jahre 1887 die Physikalisch-technische Reichsanstalt (PTR) in Berlin gegründet. Hintergrund für dieses weltweit erste Institut dieser Art war die Erkenntnis, daß das richtige Messen für Technik und Wissenschaft von fundamentaler Bedeutung ist. Man hat daher ein neutrales Staatsinstitut geschaffen, in dem die Wissenschaftler ohne Lehrverpflichtung und frei von industriellen Auftraggebern forschen konnten. Nach dem Vorbild der PTR kam es später auch im Ausland zur Gründung ähnlicher Institute (1900 das National Physical Laboratory in England und 1901 das National Bureau of Standards in den Vereinigten Staaten).

Aufgabe der PTR war es, insbesondere auf dem Gebiet der Meßtechnik physikalische Grundlagenforschung zu betreiben und Meßgeräte auf ihre Konstruktion und Genauigkeit hin zu überprüfen. 1898 erhielt sie erstmals einen gesetzlichen Auftrag, und zwar die Darstellung der elektrischen Einheiten und die Überwachung von Meßgeräten für elektrische Größen (das betrifft auch die Elektrozähler im Privathaushalt). 1923 wurde die Reichsanstalt für Maß und Gewicht eingegliedert. Damit war die PTR für alle gesetzlichen Einheiten verantwortlich und bekam die Oberaufsicht über alle Eich- und Prüfmäßer.

Im Rahmen ihres Auftrages betrieb die PTR seit jeher eine breite Grundlagenforschung, in deren Zusammenhang zwei Wissenschaftler sogar den Nobelpreis erhielten.

Die während des Krieges ausgelagerten Laboratorien wurden nach dem Zusammenbruch in Braunschweig zusammengezogen, wo es 1950 zur Neugründung als Physikalisch-Technische Bundesanstalt kam (PTB; „Metrologisches Staatsinstitut der Bundesrepublik Deutschland“). In den Räumen der alten PTR in Berlin-Charlottenburg entstand 1953 als Außenstelle das Institut Berlin der PTB.

Organisatorisch gehört die PTB zum Dienstbereich des Bundesministers für

Wirtschaft. Sie beschäftigt in Braunschweig rund 1600 Mitarbeiter (davon etwa ein Viertel mit Hochschulbildung) und in der Berliner Außenstelle noch einmal 200 Mitarbeiter.

Im Gesetz über die Einheiten im Meßwesen wurde der PTB die Darstellung und Wiedergabe der Einheiten übertragen. Gesetzliche Einheiten sind die Basiseinheiten und die davon abgeleiteten Einheiten des Internationalen Einheitensystems (Système International d'Unités, abgek. SI). Dieses Einheitensystem wurde 1960 geschaffen und beendete ein über hundertjähriges Durcheinander mit einer Vielzahl von Einheiten- und Dimensionssystemen. Es ist zwar in erster Linie als praktisches Maßsystem für Wissenschaft und Technik gedacht, wurde mittlerweile aber auch zur Grundlage rechtlicher Regelungen für den amtlichen und geschäftlichen Verkehr.

Die Verkörperung und Darstellung einer Einheit geschieht mit sogenannten Normalen, von denen die PTB als oberste nationale Eichbehörde die genauesten besitzt. Die Eichämter der Bundesländer vergleichen ihre Normale mit denen der PTB, wobei eine bestimmte Abweichung nicht überschritten werden darf.

Im internationalen Kontakt vergleicht die PTB ihre Normale mit denen anderer Länder, um auf diese Weise die weltweite Einheitlichkeit der Maße zu sichern. Nicht zuletzt dadurch wird das Funktionierende erdumspannenden Austausches von Wissen und Gütern gewährleistet.

Die Aufgaben der PTB im amtlichen Meßwesen sind im Eichgesetz festgelegt. Jede Gerätebauart, die für solche Zwecke verwendet werden soll, muß von der PTB zugelassen werden. Den Bestimmungen des Eichgesetzes unterliegen z.B. Waagen, Längenmeßgeräte, Zapfsäulen, Gas- und Elektrizitätszähler, Thermometer und Taximeter, aber auch Verkehrsradargeräte.

Entsprechend dem gesetzlichen Auftrag hat die Bundesanstalt nicht nur die Sekunde als Einheit der Zeit darzustellen und weiterzugeben, sondern nach dem Gesetz über die Zeitbestimmung auch die Gesetzliche Zeit für die Bundesrepublik, also den Zeitablauf. Das geschieht in der Abteilung 4 für Optik, die eine der zehn Abteilungen der PTB darstellt.

Erzeuger und Verbreiter

Weil es häufig durcheinandergeworfen wird, sei hier eins klargestellt: Die Erzeugung unserer Gesetzlichen Zeit obliegt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

(PTB) in Braunschweig. Dort stehen Atomuhren, von deren ultragenauer Frequenz die Uhrzeit abgeleitet wird. Die Verbreitung dieser Zeitinformation erfolgt drahtlos über einen Sender, der der Bundespost gehört und der die etwas steril klingende Bezeichnung DCF77 trägt (so wie RIAS oder MDR).

Dieser Sender steht in Mainflingen, ca. 25 km südöstlich von Frankfurt am Main. Er arbeitet im Langwellenbereich auf der Frequenz 77,5 kHz (Kilohertz = tausend Schwingungen pro Sekunde); in Anlehnung an die Trägerfrequenz ist die '77' in der Senderkennung entstanden.

Dieser Bereich liegt noch unterhalb des untersten (Langwellen-)Rundfunkbandes, kann also mit einem normalen Radio nicht mehr empfangen werden. Vorteil dieser Längstwellen ist ihre große Reichweite: Der Sender ist noch im Umkreis von 1500 . . 2000 km von Frankfurt/M zu empfangen, also ganz sicher in der gesamten Region, in der die von ihm verbreitete Zeit gültig ist.

Dort in Mainflingen stehen ein paar Atomuhren, von denen der Sender seine Zeitinformation bezieht. Über Fernwirkleitungen sind diese Uhren mit der Zentrale in Braunschweig verbunden, so daß sie von dort kontrolliert und nachgestellt werden können. DCF77 sendet im Dauerbetrieb und senkt dabei im Sekundentakt kurzzeitig seine Amplitude („Lautstärke“) ab. Diese kurzen Absenkungen nennt man Sekundenmarken; sie können entweder 0,1 s oder 0,2 s lang sein, was der digitalen Wertigkeit 0 oder 1 entspricht.

Im Verlauf einer Minute gibt es 59 solcher Sekundenmarken, die in ihrer Gesamtheit in codierter Form die Uhrzeit und das Datum enthalten; diese Informationen bezeichnet man auch als Zeitletogramm. Diese Daten aufzufangen, zu entschlüsseln und darzustellen ist Aufgabe einer Funkuhr. In jeder Minute wird ein neues Zeitletogramm ausgesendet, bei dem sich gegenüber dem vorhergehenden mindestens die Nummer der Minute geändert hat.

Damit die Auswerteschaltung weiß, wann ein neues Telegramm beginnt, fehlt am Ende jeder Minute eine Sekundenmarke. Dies ist das Signal, daß mit der folgenden Marke eine neue Minute beginnt. So lassen sich dann die codierten Daten eindeutig zuordnen, d.h. aus der Nummer der Sekundenmarke geht gleichzeitig ihre Bedeutung hervor (ob es sich beispielsweise um die Stunden oder den Monat handelt). Das Zeitletogramm liefert Minuten, Stunden, Kalender- und Wochentag sowie Monat und Jahr. Der Empfang dieses Senders ist übrigens gebührenfrei (gemäß Allgemeiner Genehmigung zum Errichten und Betreiben von Empfangsfunkanlagen für den Empfang von Normalfrequenz- und Zeitzeichensendungen Vfg 287/1978).

Zu den Aufgaben der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) gehört es, die Sekunde als Einheit der Zeit darzustellen und darauf basierend den Zeitablauf zu verbreiten, also die für uns verbindliche gesetzliche Zeit. Es gilt also, zunächst ein Normal zu finden, das als genaue Zeitbasis geeignet ist.

Denn anders als bei jeder anderen Messung, wie z.B. bei Länge oder Temperatur, wird die bei einer Zeitskala bestehende Ungenauigkeit ständig aufsummiert; der Fehler wird also mit der Zeit immer größer. Es wundert daher nicht, daß man hier nach einer ultragenauen Referenz sucht, unabhängig von dem Bestreben, ohnehin das technisch machbare Optimum zu realisieren.

In diesem Zusammenhang hat man eine interessante Entdeckung gemacht, die zur Entwicklung sogenannter Atomuhren führte: Das Cäsium-Atom mit der Massezahl 133 kann zwei verschiedene Energiezustände einnehmen, bei deren Übergang eine elektromagnetische Strahlung entsteht (die absolut nichts mit radioaktivem Zerfall zu tun hat!).

Diese Frequenz ist immer gleich und bei konstanten Umgebungsbedingungen hochkonstant. Läßt man nun geringe Mengen dieses Cäsiums verdampfen und setzt die Atome einem magnetischen Wechselfeld aus, dann macht den ursprünglichen Übergang von einem in den anderen Energiezustand wieder rückgängig.

Das passiert umso vollständiger, je genauer das Magnetfeld die für Cäsium typische Frequenz von ca. 9 GHz hat (Gigahertz = Milliarden Schwingungen pro Sekunde).

Ein Detektor sucht daher nach Atomen, bei denen die Energie-Rückwandlung nicht geklappt hat. Je mehr dies sind, desto größer ist die Magnetfeld-Abweichung vom Sollwert. Eine elektronische Regelschaltung, die von den „falschen“ Elektronen beeinflusst wird, hält die Frequenz der Magnetfeld-Erzeugung ständig auf dem Sollwert, der von der Atomstruktur vorgegeben ist (9,192631770 GHz).

Diese Anordnung, die im Prinzip eine supergenaue Schwingung von mehr als neun Milliarden Zyklen pro Sekunde erzeugt, nennt man Atomuhr; elektronische Teiler erzeugen daraus einen Sekundenimpuls und leiten davon dann die Uhrzeit ab. Es gibt kleinere Atomuhren, von denen bei der PTB die Ergebnisse einer Gruppe gemittelt werden, um daraus die Zeitskala zu bilden. Diese kleinen werden hin und wieder von einem noch viel genaueren Normal auf Vordermann gebracht, dessen Gangabweichung kaum noch vorstellbar ist:

Der Fehler dieses Frequenznormals würde sich in 3 Millionen Jahren gerade auf eine Sekunde aufsummieren!

Aus vielen einzelnen Bits entsteht die Funkzeit von DCF77:

Zeitbuzzle

- Lassen Sie sich die DCF77-Bits anzeigen
- Uhrzeit und Datum entstehen wie ein Mosaik
- Die Decodierung funktioniert auch von Hand
- Das „Ticken“ erfolgt auf der ganzen Welt synchron
- Das gilt auch für den Minutenanfang

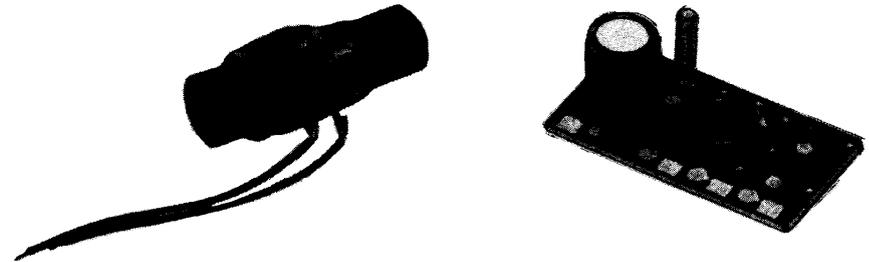
Steckbrief:	SMD-Löterfahrung wünschenswert
Funktion:	Anzeige der von DCF77-Zeittelegramm stammenden High- und LOW-Bits sowie der Synchronmarke
Eingang:	SMD-Empfängerbaustein mit Antenne (beides sind Fertigmodule)
Ausgang:	DCF-Impulse im 5-V-Pegel (aktiv LOW)
Anzeige:	je eine LED für den DCF-Takt sowie HIGH- und LOW-Bits und die Sekunde 59 (=Synchronmarke)
Abmessungen:	60 x 40 x 20 mm (inkl. Antenne und Empfangsmodul)
Stromversorgung:	+5 V (für das Empfangsmodul auf 2,4 V herabgesetzt)
Stromaufnahme:	ca. 5 mA
Software:	Best.-Nr. 19 13 45 Diskette für C 64  9,90
	Best.-Nr. 19 13 70 Diskette für Amiga  19,90

„Zeit ist Geld“...

...sagt man landläufig; und man müsste eigentlich hinzufügen: „Zeit kostet Geld.“ Denn ob der einzelne Zeit für dieses oder jenes hat, mag dahingestellt bleiben. Auf jeden Fall bekommen wir alle die Zeit angeboten, was für uns „Verbraucher“ zwar kostenlos ist, auf der „Herstellerseite“ aber einiges an Aufwand (und Geld) erfordert.

Wie das zu verstehen ist? Die aktuelle Uhrzeit wird heute nicht mehr vom Gang der Gestirne abgeleitet (das wäre viel zu ungenau), sondern sie wird im Labor „gemacht“. Laut Gesetz ist dafür hierzulande die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) zuständig, die im internationalen Verbund ihren Beitrag zur

koordinierten Weltzeit liefert (Universal Time Coordinated; abgek. UTC). Das bedeutet einerseits, daß weltweit alle Uhren auf die Nanosekunde genau übereinstimmen; andererseits kann jeder daran teilhaben, wenn er die per Funksignal ausgesendeten Zeitsignale der PTB empfängt und geeignet aufbereitet. Dazu reicht bereits ein winziger Empfänger mit ebenso winziger Antenne aus.



0	Minutenbeginn	Lo
1 ... 14	nicht belegt	x
15	Reserveantenne ¹⁾	x
16	Zeitumstellung ²⁾	x
17	Sommerzeit ³⁾	x
18	Zeitzone-Bit	Lo
19	Schaltsekunde ⁴⁾	x
20	Telegrammbeginn	Hi
21	Minute (Einer)	
22	Minute (Einer)	2
23	Minute (Einer)	4
24	Minute (Einer)	8
25	Minute (Zehner)	10
26	Minute (Zehner)	20
27	Minute (Zehner)	40
28	Prüfbit 1 ⁵⁾	
29	Stunde (Einer)	
30	Stunde (Einer)	2
31	Stunde (Einer)	4
32	Stunde (Einer)	8
33	Stunde (Zehner)	10
34	Stunde (Zehner)	40
35	Prüfbit 2 ⁵⁾	x
36	Kalendertag (Einer)	
37	Kalendertag (Einer)	2
38	Kalendertag (Einer)	4
39	Kalendertag (Einer)	8

40	Kalendertag (Zehner)	10
41	Kalendertag (Zehner)	20
42	Wochentag ⁶⁾	1
43	Wochentag	2
44	Wochentag	4
45	Monat (Einer)	1
46	Monat (Einer)	2
47	Monat (Einer)	4
48	Monat (Einer)	8
49	Monat (Zehner)	10
50	Jahr (Einer)	1
51	Jahr (Einer)	2
52	Jahr (Einer)	4
53	Jahr (Einer)	8
54	Jahr (Zehner)	10
55	Jahr (Zehner)	20
56	Jahr (Zehner)	40
57	Jahr (Zehner)	8 0
58	Prüfbit 3 ⁵⁾	x
59	keine Sekundenmarke	-
60	= 00 nächster Minutenbeginn	

¹⁾ Reserveantenne in Betrieb = 1
²⁾ Ankündigung (1 Std. vorher) = 1
³⁾ MESZ = 1
⁴⁾ Ankündigung (1 Std. vorher) = 1
⁵⁾ Ergänzt auf gerade Parität
⁶⁾ Montag = 001 bis Sonntag = 111

Eine Trägerfrequenz von genau 77,5000...kHz wird im Sekundentakt auf 25% ihrer Amplitude abgesenkt, und zwar für die Dauer von 0,1s oder 0,2s; das sind die sogenannten Sekundenmarken, von denen die kurzen einem Null-Bit (=LOW) und die langen einem Eins-Bit (= HIGH) entsprechen.

In jeder Minute werden 59 derartige Marken gesendet, die zusammen ein sogenanntes Zeitletogramm ergeben; das enthält nicht nur die Uhrzeit, sondern auch noch das Datum und den Kalendertag. Wie man so ein Zeitletogramm lesen und entschlüsseln kann, geht aus der Tabelle hervor.

Wo man anzufangen hat, ergibt sich aus dem Synchron-Signal: Mit der auf die fehlende 59. Sekundenmarke folgenden Absenkung beginnt die neue Minute und ein neues Zeitletogramm. Zu diesem Zeitpunkt sind die Sekunden automatisch 00 (Minutenbeginn). Man braucht also bloß die Marken mitzuzählen, um erstens den „Sekundenzeiger“ zu erhalten und zweitens die Lage und Bedeutung des betreffenden 0- bzw. 1 -Bits im Zeitletogramm herauszubekommen.

Ohne uns hier zu sehr im Detail zu verlieren, seien noch ein paar Dinge angemerkt: Die Zahlendarstellung erfolgt im Binärformat (BCD-Code), d.h. die dezimale 9d wird zu 1001 b. Zur Übertragung der kompletten Uhrzeit mit Datum kommt man mit 35 Bits aus, weil z.B. die Stunden-Zehner nur zwei Bits benötigen (sie können nur den Wert 0d, 1 d oder 2d haben =00b, 01 b oder 1 0b) und man sich beim Jahr auf zwei Stellen beschränkt (also nur '94' überträgt anstelle von '1994'). Daher sind die etliche Sekundenmarken „unbesetzt“ (Nr. 0..14), und andere enthalten nur Betriebsinformationen: Bit 15 signalisiert beispielsweise, daß die Hauptantenne des Senders gerade „geputzt“ wird und die Reserveantenne in Betrieb ist.

Die Prüfbits ergänzen die vorausgehenden Daten auf gerade Parität, d.h. man zählt die darin vorkommenden HIGH-Bits und macht daraus eine gerade Zahl. Für eine Auswerteschaltung ist dies eine grobe Möglichkeit zur Fehlererkennung. Zur Vorwarnung für derartige „intelligente“ Decodierschaltungen dienen die Ankündigungsbits für eine bevorstehende Zeitumstellung (Nr. 16) und das Einfügen einer Schaltsekunde (Nr. 19).

Die dehnt (durchschnittlich einmal pro Jahr) die Laborzeit ein bißchen, damit Sonnenzeit und Atomzeit in Einklang bleiben. Die Erde hat nämlich die Angewohnheit, für heutige Verhältnisse sehr ungenau zu „gehen“; sie verliert durchschnittlich 5 ms pro Tag (aber eben nicht exakt), was sich im Lauf der Zeit ganz schön aufsummieren würde.

Zum Empfang des deutschen Zeitzeichensenders DCF77 gibt es inzwischen Schaltungen wie Sand am Meer. Das hier vorgestellte Modul hat mehrere entscheidende Vorteile: Erstens ist es sehr klein, paßt also noch überall hin;

zweitens gibt es eine darauf abgestimmte Antenne, ebenfalls klein und handlich; und drittens sind beide sehr preiswert als Fertigbaustein erhältlich. Das Innenleben zeigt die Schaltung oben (Bild 5), die SMD-bestückte Rückseite sehen Sie auf Bild 6, und die Anschlußbelegung geht aus Bild 6 hervor.

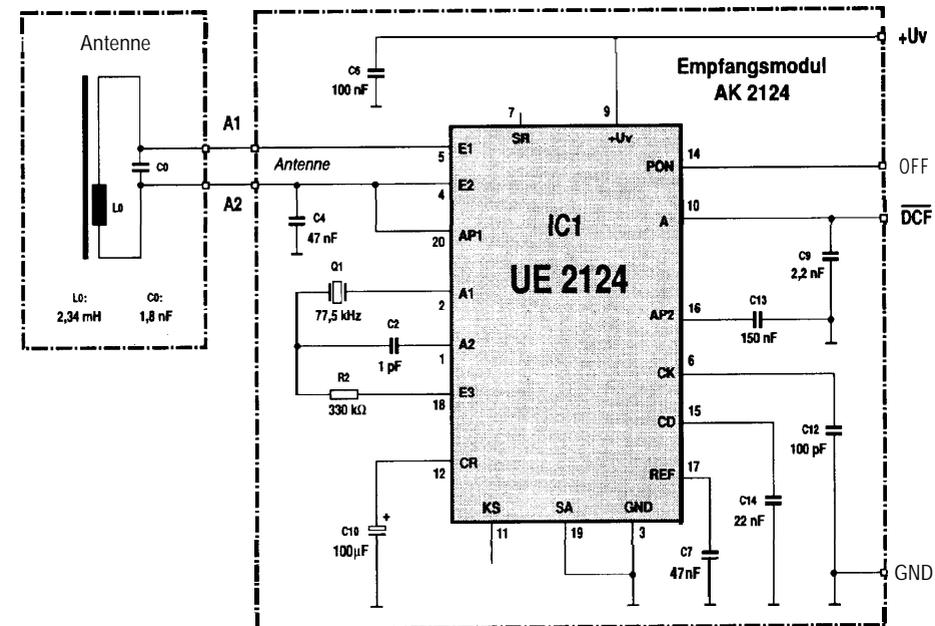


Bild 5: Das Empfänger-IC ist als Chip direkt auf die Platine des Empfangsmoduls aufgebondet. Bis auf C 10 sind alle übrigen Bauteile als SMDs auf der Platinen-Unterseite angeordnet (vgl. Bild 6).

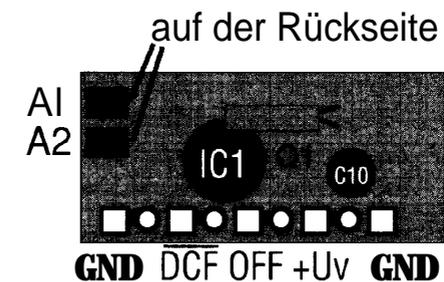


Bild 6: Dies ist die Anschlußbelegung des Moduls bei Draufsicht; die Antennenzuleitungen werden hin ten verlötet.

Bis auf's Bit zerpfücken

Worum es uns in diesem Zusammenhang geht, ist die Sichtbarmachung der im Zeitletogramm enthaltenen Daten. Dazu gehört einerseits die Information, ob die gerade abgelaufene Sekundenmarke eine Eins oder eine Null war, andererseits wollen wir natürlich auch wissen, wann eine neue Minute und ein neues Telegramm beginnen (Bild 7).

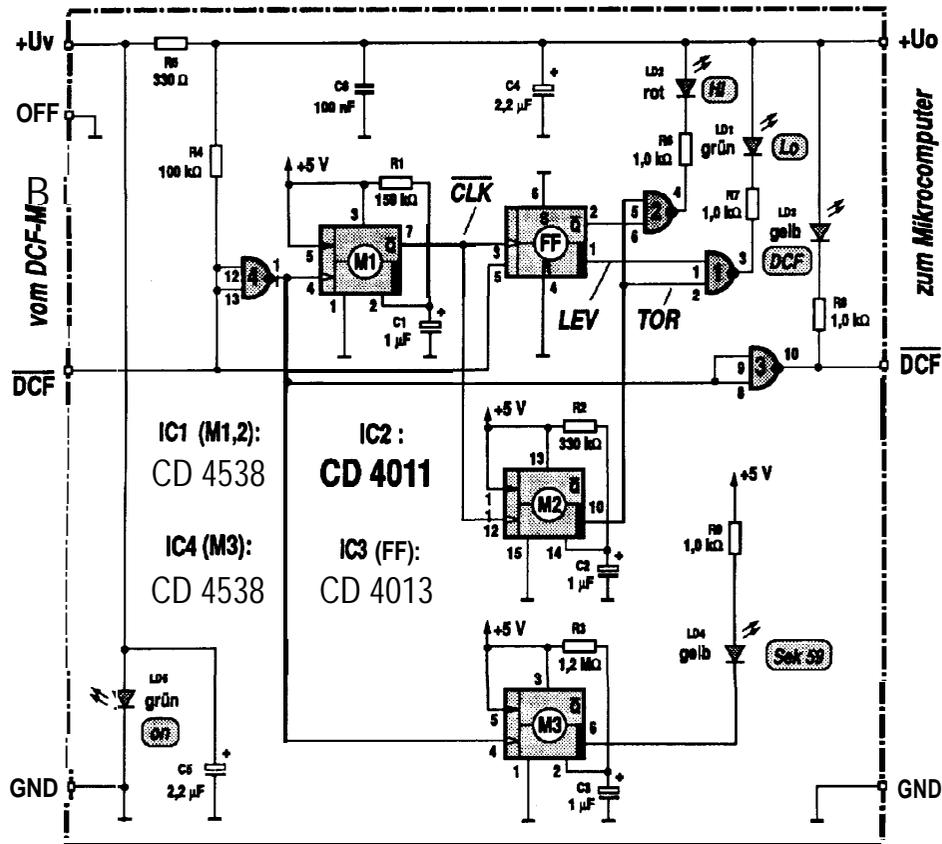


Bild 7: Mit dieser Schaltung bekommen Sie nicht nur heraus, ob gerade ein HIGH- oder LOW-Bit gesendet wurde, sondern Sie erhalten auch noch die Synchronisations-Information (Sek. 59).

Das „Ticken“ der Sekundenmarken erfolgt übrigens absolut synchron mit den Uhren im Fernsehen, die allesamt an DCF77 „hängen“; und zeitgleich mit dem 20.00-Uhr-Gong der Tagesschau signalisiert unsere Decodierschaltung, daß gerade eine neue Minute anfängt.

Wer das Sekundenblinken mitzählt und sich die Bits ab Nr. 21 notiert, kann die aktuelle Uhrzeit auch „zu Fuß“ entschlüsseln. Übertragen wird immer die Zeit der nächsten Minute, d.h. die nach der Synchronmarke gültige Uhrzeit.

In der Minute nach 20.00 h wird demnach als Minuten-Einer eine 1d (= 0001 b) gesendet, während der Minuten-Zehner noch Null bleibt (= 0000b); das erste Prüfbit (Sekunden 28) ist in diesem Fall eine 1 b, um die sieben vorausgegangenen Bits auf eine gerade Anzahl 'HIGHs' zu ergänzen.

Die Bits 21...28 haben also nach jeder vollen Stunde dasselbe Aussehen: 1 -0-0-0 - 0-0-0 - 1 (Minuten = 01 d [LSB zuerst!], Prüfbit = HIGH).

Ohne Prophet zu sein, kann man (nach jeder vollen Stunde) auch die Bits Nr. 29...32 voraussagen; die sind nämlich ebenfalls alle Null (0000b), weil der Stunden-Einer in der Minute nach dem Stundenwechsel logischerweise noch Null sein muß!

In einer Minute mit Schaltsekunde gibt es 61 Sekunden (also 60 Marken); das ist jedesmal sehr aufregend, geht aber leider viel zu schnell vorbei. Das nächste Mal bietet sich dieses Schauspiel am 1.7.1994 in der Minute vor 2.00 h.

Das Timing muß stimmen

Die Schaltung wird mit der Standard-Spannung von +5 V versorgt, um hinsichtlich weiterer Auswerteschaltungen flexibel zu sein.

Die vom Modul benötigten ca. 2 V Zweigen wir von der Leuchtdiode LD1 ab, die gleichzeitig als Power-On-Signal dient.

Gatter 4 dient als Eingangspuffer, um den Modul-Ausgang nicht zu belasten.

Gatter G3 übergibt das Signal an eine eventuell angeschlossene Auswerteschaltung, und gleichzeitig blinkt LD3 im Takt der Sekundenmarken.

Mit der fallenden Flanke jeder Sekundenmarke (DCF) wird Monoflop M1 angestoßen, das einen LOW-Impuls von 150 ms erzeugt (CLK); das ist länger als ein LOW-Bit (das bei diesem Modul max. 120 ms lang sein kann), aber auf jeden Fall kürzer als ein HIGH-Bit (mit mindestens 180 ms Dauer; Bild 8).

Der Querstrich über dem Signalnamen bedeutet übrigens, daß der betreffende Pegel aktiv LOW ist.

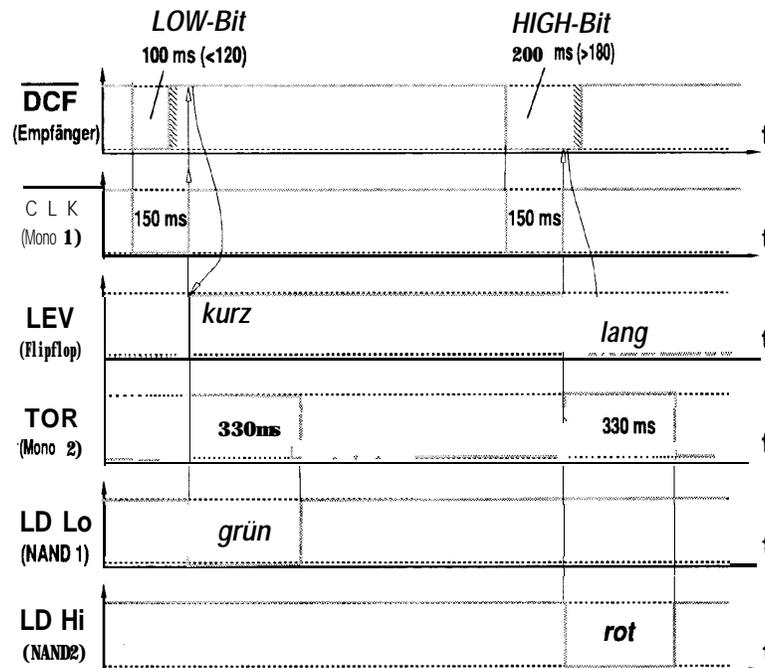


Bild 8: Ein paar Monoflops und ein Flipflop liefern das zur Decodierung der Sekundenmarken benötigte Timing.

Die ansteigende CLK-Flanke taktet das D-Flipflop FF, dessen Q-Ausgang (LEV) bei kurzen Sekundenmarken HIGH wird und bei langen auf LOW geht (Q verhält sich genau umgekehrt). Gleichzeitig erzeugt Monoflop M2 einen Torzeit-Impuls (TOR) für die Gatter 1 und 2; je nachdem, welches von beiden vom Flipflop freigegeben wird, leuchtet entweder LD1 (Lo bei kurzen Marken) oder LD2 (Hi bei langen Marken). Am Ende einer Marke erfahren Sie also, ob gerade eine Null oder eine Eins gesendet wurde.

Der Torzeit-Impuls zur Gatter-Freigabe ist notwendig, um die Bits optisch voneinander zu trennen: Wenn gleichartige Bits aufeinanderfolgen (z.B. eine Reihe von LOW-Marken), ändert sich am Zustand des Flipflops nichts, d.h. der Pegel bleibt bis zur nächsten Änderung konstant und man weiß nicht, wieviele Bits dahinterstecken.

So aber folgt auf jedes gelbe DCF-Blinken die Zusatzinformation 'rot' oder 'grün'. Mit etwas Übung ist man übrigens auch beim bloßen Hinsehen in der Lage, lange

und kurze Marken zu unterscheiden. Wer sich dieses Blinken anstelle eines langweiligen Fernsehprogramms ansieht, verinnerlicht den Sekundentakt nach einiger Zeit wie eine Uhr..

Eins aber fehlt noch an dieser Einfach-Decodierschaltung, und zwar der Anfang jedes neuen Telegramms. Wie Sie wissen, erkennt man den Minutenanfang (d.h. die Sekundenmarke 00) daran, daß eine Sekunde davor (bei Nr. 59) die Marke ausgeblieben ist.

Elektronisch ist diese Erkennung eine ziemlich einfache Sache: Man nimmt sich wieder ein Monoflop her, und zwar ein retriggerbares; darunter versteht man eine monostabile Kippstufe, die bei einem Anstoß (Trigger) wie gewohnt ihren Ausgangsimpuls erzeugt.

Erfolgt während dieser Laufzeit ein erneuter Anstoß (Retrigger), verlängert sich in diesem Fall das Ausgangssignal ohne Unterbrechung. Es endet dann mit Ablauf der eingestellten Zeitkonstante, die nach nach dem letzten Triggerpuls vergangen ist.

Stellt man die Mono-Zeit M3 auf etwas mehr als 1 s ein (hier sind es 1,2 s), dann bleibt der Q-Ausgang 59,2 Sekunden lang HIGH und kippt dann um auf LOW (= LD 4 ein), weil ihm der Trigger von Sekunde 59 fehlt. Bis zur nächsten Sekundenmarke (Nr. 00), zeigt das Leuchten von LD4 das Ende der laufenden Minute an.

Stilecht

Die vorgeschlagene Schaltung läßt sich natürlich ohne weiteres auf einem Steckbrett realisieren, wie es für Versuchsaufbauten benutzt wird.

Es gibt sogar fertig gebogene und abisolierte Steckbrücken in unterschiedlichen Rastermaßen, mit denen dieses Unterfangen zum Kinderspiel wird.

Natürlich haben wir auch ein Layout entworfen, das eine professionelle Lösung zuläßt. Und ebenso natürlich ist es – passend zum Empfangsmodul – in SMD-Technologie realisiert.

Bild 9 zeigt den Bestückungsplan, der wegen der besseren Lesbarkeit gegenüber dem Original wesentlich vergrößert dargestellt wurde. In Wirklichkeit ist die Platine nur ein bißchen größer als eine Streichholzschachtel.

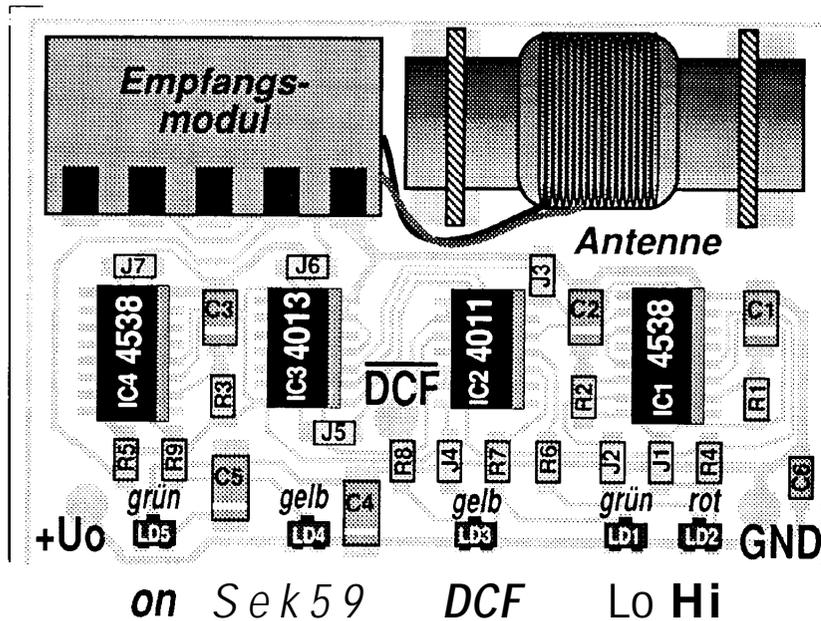


Bild 9: Wenn Sie die SMD-Technik des Moduls konsequent beibehalten wollen, verwenden Sie diesen Layout-Vorschlag.

Bei den Bauteilen handelt es sich ausnahmslos um Standardtypen, so daß hier keine Beschaffungsprobleme zu erwarten sind.

DCF77-Decodierung			
Platine:	1	DCF77-Decodierung	NM 9325
Halbleiter:			
IC1, 4	2	Zweifach-Monoflop	CD 4538
IC2	1	Vierfach-NAND	CD 4011
IC3	1	Zweifach-D-Flipflop	CD 4013
LD 1,5	2	Low-Current-LED	grün
LD2	1	Low-Current-LED	rot
LD3, 4	2	Low-Current-LED	gelb
Fertigungsmodule			
---	1	DCF-Empfangsmodul	AK 2124
---	1	passende Antenne	1,8 nF/2,3 mH

Kondensatoren:			
C1	3	3	SMD-Tantalkondensator
C4,5	2		SMD-Tantalkondensator
C6	1		SMD-Kondensator
Brocken:			
J1...7	7		ORO
Kohleschichtwiderstände: (125mW/ 5 %)			
R1	1		
R3	1	330	150 kΩ
R4	1	100	1,2 kΩ
R5			
R6 ... R9	4	3301	Ω/kΩ

Die gegenüber SMDs immer wieder geäußerte Skepsis ist vollkommen unbegründet, das sei an dieser Stelle einmal mehr gesagt.

Trauen Sie sich getrost einmal heran, mit den ersten Erfolgen kommt der Spaß an der Sache!

Was diesbezüglich sein muß ist erstens ein Bleistift-LötKolben mit 0,5-mm-Fadenzinn und zweitens eine Leuchtlupe, die einem das Auffinden und Identifizieren erleichtert.

Ob Sie sich dann für Lötpaste entscheiden oder sich sogar noch eine Vakuum-Pipette zulegen, bleibt letztlich eine Frage des Geschmacks (und des Geldbeutels).

Vor dem eigentlichen Bestücken geht es ans Großreinemachen, jedenfalls auf dem Arbeitstisch. Da die winzigen Bauteile schnell im Berg alter Lötreste oder Drahtenden untergehen, ist Ordnung oberstes Gebot; am besten legen Sie ein sauberes Blatt Papier unter, wenn Sie die Teilchen sichten und sortieren.

Damit Sie sich den Zugang zur Platine nicht verbauen, sollten Empfangsmodul und Antenne noch nicht aufgelötet werden.

Beginnen Sie stattdessen mit den Jumpfern J1...J7, die im Prinzip Null-Ohm-Widerstände sind und die Funktion von Drahtbrücken bei der herkömmlichen Bestückung übernehmen.

Prinzipiell geht man beim Bestücken so vor, daß man die Lötfläche für einen Bauteil-Anschluß verzinnt, das Bauteil plaziert und dann die vorverzinnte Stelle kurz anschmilzt; damit haben Sie das Teil an seinem Platz fixiert und können es komplett anlöten.

Zur schrittweisen Fertigstellung mit parallel laufender Prüfung empfehlen wir die folgende Vorgehensweise:

Setzen Sie die Bestückung mit R5, C4, C5 und C6 sowie Leuchtdiode LD5 fort; wenn Sie dann an +U0 provisorisch ca. 3V anlegen, muß als erstes Erfolgserlebnis die grüne Leuchtdiode erstrahlen (zusammen mit Ihnen).

Bei den SMD-Eikos erkennen Sie den Pluspol an einer weißen Markierung, die entweder als Querstrich oder dicker Balken ausgeführt ist; alternativ dazu sind auch solche Bauformen im Handel, die an der Plusseite eine Einkerbung haben.

Nun ist IC2 mit den vier NAND-Gattern an der Reihe (4011 oder 14011); zusammen

mit R4, R8 und LD3 ist die nächste Prüfung fällig:

Wenn Sie den Eingang DCF (am Modul!) an Masse legen, muß die gelbe Leuchtdiode aufleuchten. Es versteht sich von selbst, daß die Versorgungsspannung zum Löten jedesmal abgeklemmt wird!

Wenn so weit alles geklappt hat, kommt der Hauptteil dran: Dazu gehören die beiden Monoflops in IC1 (4538 oder 14538) mit ihrem schmückenden Beiwerk (R1/R2 und C1/C2) sowie das Flipflop in IC3 (4013 oder 14013).

Die beiden Widerstände R1 und R2 dürfen Sie nicht verwechseln, weil sonst keine Decodierung zustandekommt.

Das Schema der SMD-Widerstandsbeschriftung kennen Sie doch? Es ist ein dreistelliger Code, bestehend aus einer zweistelligen Basiszahl und dem Zehner-Exponenten: 334 bedeutet also $33 \cdot 10^4 = 330 \cdot 10^3 = 330 \text{ k}\Omega$.

Löten Sie ebenfalls die beiden Leuchtdioden LD1 und LD2 mit ihren Vorwiderständen an. In der Reihenfolge auf dem Bestückungsplan kommt LD2 vor LD1, wenn man rechts außen anfängt!

Ein grober Test zeigt Ihnen, daß sich überhaupt „etwas bewegt“; eine richtige Funktionsprüfung ist das noch nicht:

Legen Sie wieder +5 V an und stochern Sie in schneller Folge am DCF-Eingang; an den drei LEDs muß sich daraufhin etwas Blinkendes abspielen, das, wie gesagt, noch keinen Sinngehalt hat.

Und schließlich gehen Sie auf's Ganze und komplettieren die Bestückung mit dem noch fehlenden IC4 (4538 oder 14538), dessen RC-Glied und der 59er-Leuchtdiode.

Ist das erfolgreich abgeschlossen, kommen endlich auch das Modul und die Antenne an ihren vorgesehenen Platz. Bei der Antenne dürfte die Montage klar sein: Die beiden seitlichen Halter sitzen auf der Basisplatte auf, und der Stab steckt quer darin.

Sollte er allzu sehr schlackern, fixieren Sie die beiden äußeren Enden mit einem eng gewickelten Schnippgummi.

Mit kleinen Drahtbrücken stellen Sie die Verbindung zur Basis her und setzen dann alles in Betrieb.

Die Antenne arbeitet weitgehend richtungsunabhängig, so daß eine Ausrichtung zum Sender nur in sehr ungünstigen Lagen erforderlich ist.

Wenn Sie einen C64 oder einen Amiga haben, können Sie sogar noch eine Software zur Decodierung und Bildschirm-Darstellung von Uhrzeit und Datum bekommen; die Verbindung zum Computer (der gleichzeitig Stromversorgung übernimmt) zeigt Bild 10.

Aber Achtung! Vom Computer kommen +5 V, die für den Betrieb der Schaltung herabgesetzt werden müssen (zwei 1 N4148-Dioden in die Stromversorgungsleitung zu +U_o legen).

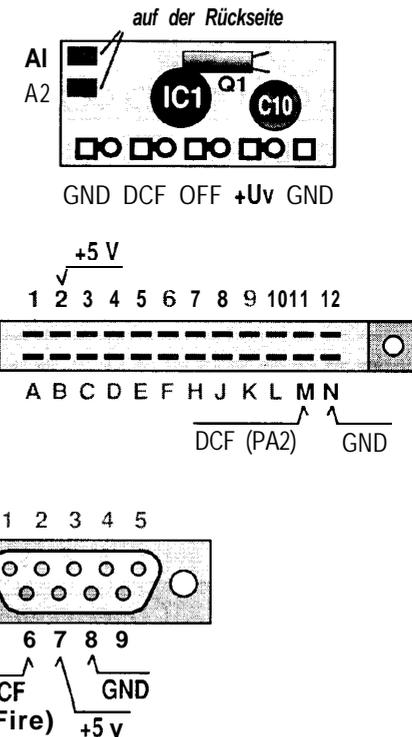


Bild 10: Die Anschlußbelegung beider Stecker ist von der Lötseite gezeichnet. Der linke gilt für den User-Port des C 64, der rechte für den Joystick-Anschluß.

DCF-Software Amiga

Best.-Nr. 19 13 70

DCF-Software C 64

Best.-Nr. 19 13 45



Der Umwelt zuliebe !

100% Recyclingpapier

Änderungen vorbehalten!

Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen gleich welcher Art, ob Fotokopie, Mikrofilme oder Erfassung in Datenverarbeitungsanlagen, nur mit schriftlicher Genehmigung der CONRAD ELECTRONIC GmbH.

© Copyright 1994 by CONRAD ELECTRONIC GmbH, 92240 Hirschau

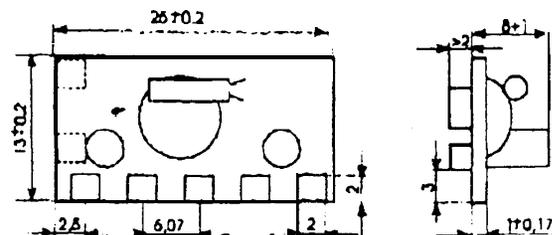
● 978-11-94/01-C

Empfangsmodul EM1

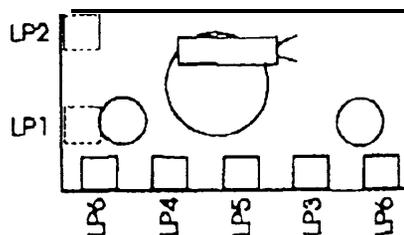
190691

Das Empfangsmodul bildet zusammen mit der Ferritantenne eine komplette Empfangseinheit für den deutschen Zeitzeichensender DCF 77.

Abmessungen



Anschlußbelegung

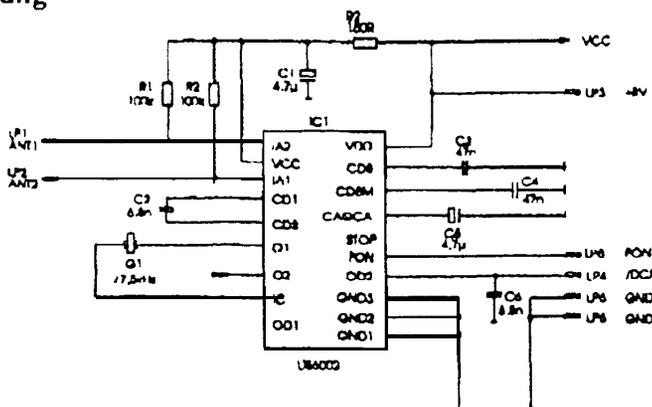


Technische Daten

Empfangsträgerfrequenz	77,5 kHz
Betriebennennspannung	1,5 oder 3V
Spannungs-Funktionsbereich	1,3 - 3,5V
Stromaufnahme bei 3V	< 0,6mA
Ruhestrom im Modus „Stand by“	< 1µA
Betriebstemperaturbereich	0 - 50 °C
Einschwingzeit	< 3 sec
Empfängerempfindlichkeit	
a) bei Generatorspeisung	< 1 µV
b) mit Antenne bei ungestörtem Empfang	> 30 µV/m
Ausgangsstrom open collector npn	< 15 µA
max. Ausgangsspannung	5,25 V
Ausgangsimpuls aktiv	low
Ausgangsimpuls inaktiv	Ausgangsspannung
Impulsbreite 0 - Impuls	80 - 120ms
Impulsbreite 1 - Impuls	180 - 220ms

- LP1 - Antenne
- LP2 - Antenne
- LP3 - +U_{II}
- LP4 - DCP
- LP.5 - PON
- LP6 - GND

Schaltung



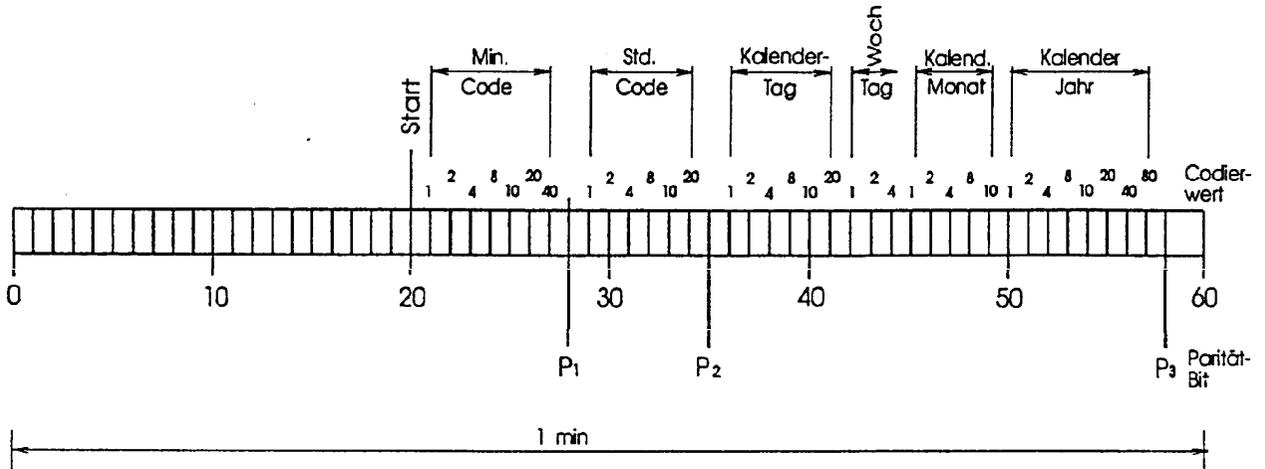
Empfangsmodul für den Zeitzeichensender DCF 77

19069-1

Das Empfangsmodul EM1 bildet zusammen mit einer Ferritantenne eine komplette Empfangseinheit für den deutschen Zeitzeichensender DCF 77.

Durch die Veränderung der Dimensionierung der Antenne und des Quarzfilters ist die Umstellung auf Zeitzeichensender, wie MSF (England) und WWVB (USA) möglich.

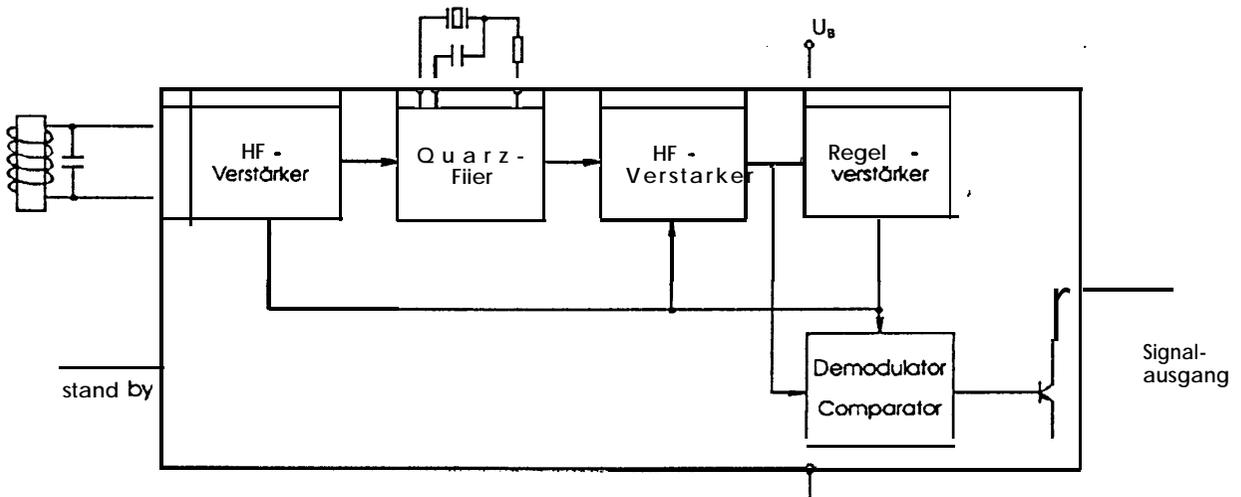
Im nachfolgenden Bild ist das Schema des zeitlichen Ablaufs der Ausgabe der codierten Zeitinformation des deutschen Zeitzeichensenders dargestellt.



Die Trägerfrequenz beträgt : 77,5 kHz

Die Codierung der Zeitinformation erfolgt in einem BCD-Code durch Absenkung der Trägerfrequenz auf 25% mit Beginn der Sekunde für 100 ms als binäre 0 oder 200 ms als binäre 1.

Blockschema der Empfänger-Schaltung



Der Empfänger arbeitet als Geradeausempfänger.

Technische Daten:

- Empfangsträgerfrequenz : feste Frequenzabstimmung	77,5 kHz
- Betriebs-Nennspannung :	1,5 oder 3 V
- Spannungs-Funktionsbereich :	1,2 - 3,5 v
- Stromaufnahme bei 3 V	< 1 mA
- Ruhestrom im Modus "stand by" :	< 1 μ A
- Betriebstemperaturbereich :	0 ... 50 °C
- Lagertemperatur :	- 25. ..+ 75°C
- Einschwingzeit :	< 3 sec
- Empfänger-Empfindlichkeit : a) bei Generatorspeisung Ausgangs-Impedanz 50 Ohm (mit DCF-Signal moduliert)	< 1 μ V
b) mit Antenne bei ungestörtem Empfang :	> 30 μ V/m
- Empfänger - Ausgang :	offener Kollektor, npn
- Ausgangs - Signal DCF demoduliert	0 V (Ausgangstransistor durchgesteuert) während der Impulsaustastung
Impulsbreite L-Impuls :	80 - 120 ms
Impulsbreite H-Impuls :	180 - 220ms

Antenne :

- Ferritstab empfohlene Parallelschwingkreiskapazität :	1,8 nF bei 2,34 mH
--	--------------------

geometrische Abmessungen

- Leiterplatte :	10 x 25 mm ²
Bestückungshöhe :	10 mm
- Antennenstab :	60 x 10 mm ²

Anschlußbelegung DCF-Modul Best.Nr. 190691

Hinweis:

Sehr geehrter Kunde,

leider war die endgültige Anschlußbelegung bei der Erstellung des Kataloges noch nicht bekannt! Die Abbildung im Katalog ist falsch. Zum Anschluß verwenden Sie bitte folgenden Schaltplan.

