

DCF-Zeitcodierung

Der Dauerträger des DCF-Senders senkt im Sekundentakt für 100 ms oder 200 ms die Amplitude der Trägerfrequenz auf 25 % ab, was einer einfachen AM-Modulation entspricht. Die Länge dieser sogenannten Sekundenmarken überträgt in codierter Form das Zeittelegramm.

Eine Absenkung des Trägers um 100 ms entspricht dabei einem logischen Low-Pegel (0), während ein logischer High-Pegel (1) mit einer Absenkung von 200 ms codiert ist.

Wegen der besseren Übersichtlichkeit werden wir im weiteren Verlauf dieses Artikels die Pegelbezeichnungen 0 und 1 verwenden.

In jeder 59. Sekunde wird die Absenkung nicht vorgenommen, so daß damit eine eindeutige Zuordnung des Minutenanfangs möglich ist. Die neue Sekunde beginnt (mit Ausnahme der 59. Sekunde) jeweils mit dem Absenken des 77,5 kHz-Trägers. Abbildung 1 zeigt anhand eines Beispiels die Trägersignalamplitude.

In dem jeweils einminütigen Zeittelegramm ist die Zeit (Stunde, Minute) der nächstfolgenden Minute sowie das komplette Datum und der jeweilige Wochentag codiert. Tabelle 1 zeigt die Bedeutung der 59 Bits, die pro Minute versandt werden.

Die Synchronisation des Sekundenzählers erfolgt mit Ausbleiben der Absenkung der 59. Minute. Die nächste Absenkung ist immer 100 ms lang (Low-Pegel). Für die Sekundenzählung eines DCF-Decoders läßt sich am einfachsten ein Sekundenzähler einsetzen, der bei jedem Absenken der Trägerfrequenz um 1 erhöht und mit der Minutenmarkierung wieder auf 0 gesetzt wird.

Die Bits 1 bis 14 sind nicht belegt und können für die Decodierung ignoriert werden.

Bit 15 zeigt durch einen High-Pegel an, daß zur Zeit die Reserveantenne des DCF 77,5 kHz-Senders aktiv ist. Im Normalfall ist dieses Bit auf „low“ (100 ms) gesetzt.

Bit 16 wird eine Stunde bevor die Zeitumstellung von Sommer- auf Winterzeit bzw. umgekehrt erfolgt auf „high“ gesetzt

DCF-Empfangstechnik

Die DCF-Empfangstechnik in ihren wesentlichen Zügen beschreibt der vorliegende Artikel mit anschließender Vorstellung eines modernen DCF-Empfangsmoduls.

Allgemeines

Für viele Anwendungen und Geräte, wie Heizungs- und Rolladensteuerung, Klimaanlagen und die elektronische Datenverarbeitung, ist es auch aus Gründen der Bedienungsvereinfachung wichtig, die exakte Zeitinformation zu erhalten. Man denke nur an das zweimal jährliche Umstellen der Sommer- und Winterzeit oder auch an kalendarische Besonderheiten wie Schaltsekunde und Schaltjahr.

Die günstigste Art, eine sehr genaue Zeitinformation zu erhalten, ist die Benutzung des Zeitzeichensignals, welches von der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig zur Verfügung gestellt wird. Dort befinden sich sehr genaue Atomuhren, die eine Abweichung von maximal 1 µsek pro Jahr garantieren.

Der zugehörige Zeitzeichensender mit der Bezeichnung DCF 77, die sich von der

Trägerfrequenz 77,5 MHz ableitet, steht in Mainflingen, ca. 25 km südöstlich von Frankfurt am Main gelegen. Dieser Langwellensender hat, bedingt durch die niedrigere Trägerfrequenz von 77,5 kHz, eine Reichweite von ca. 1.500 km bis 2.000 km, wobei, bedingt durch geologische Gegebenheiten oder auch industrielle Störquellen, diese Reichweite vermindert sein kann.

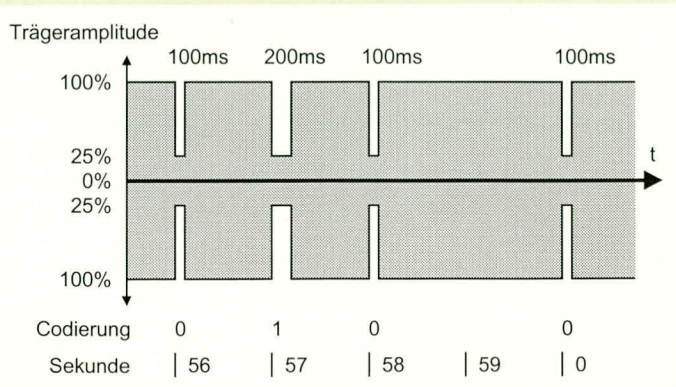


Bild 1:
Amplitudenmodulator des 77,5kHz-Trägers

Tabelle 1:
Zeittelegramm des DCF 77

Bit	Bedeutung	Wertigkeit
0	Minutenbeginn Low (0)	–
1	nicht belegt	–
2	nicht belegt	–
3	nicht belegt	–
4	nicht belegt	–
5	nicht belegt	–
6	nicht belegt	–
7	nicht belegt	–
8	nicht belegt	–
9	nicht belegt	–
10	nicht belegt	–
11	nicht belegt	–
12	nicht belegt	–
13	nicht belegt	–
14	nicht belegt	–
15	Reserveantenne	–
16	Zeitumstellung Ankündigung	–
17	Zeitzonebit 1	–
18	Zeitzonebit 2	–
19	Schaltsekunde Ankündigung	–
20	Telegrammbeginn High (1)	–
21	Minute Einer	1
22	Minute Einer	2
23	Minute Einer	4
24	Minute Einer	8
25	Minute Zehner	1
26	Minute Zehner	2
27	Minute Zehner	4
28	Prüfbit 1	–
29	Stunde Einer	1
30	Stunde Einer	2
31	Stunde Einer	4
32	Stunde Einer	8
33	Stunde Zehner	1
34	Stunde Zehner	2
35	Prüfbit 2	–
36	Kalendertag Einer	1
37	Kalendertag Einer	2
38	Kalendertag Einer	4
39	Kalendertag Einer	8
40	Kalendertag Zehner	1
41	Kalendertag Zehner	2
42	Wochentag	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	1
50	Jahr Einer	1
51	Jahr Einer	2
52	Jahr Einer	4
53	Jahr Einer	8
54	Jahr Zehner	1
55	Jahr Zehner	2
56	Jahr Zehner	4
57	Jahr Zehner	8
58	Prüfbit 3	–
59	keine Austastung	–

und mit der Zeitumstellung wieder zurückgesetzt.

Die Zeitangaben beziehen sich auf die UTC-Zeit (universal time coordinated). Bezogen auf die UTC-Zeit eilt die mitteleuropäische Zeit (MEZ) um eine Stunde vor, während die mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) um 2 Stunden voreilt. Diese Differenz wird in den beiden Zeitzonebits 17 und 18 ausgedrückt, wobei 17 die niedrigere und 18 die höhere Wertigkeit hat. Tabelle 2 verdeutlicht diese Zusammenhänge.

Während der MEZ ist demnach Bit 17 „high“ und Bit 18 „low“, während bei der Sommerzeit (MESZ) der Abstand zur UTC 2 Stunden beträgt und somit Bit 17 „0“ und Bit 18 „1“ ist.

Bit 19 hat eine ähnliche Funktion wie Bit 16 und kündigt eine bevorstehende Schaltsekunde an.

Das eigentliche Zeit- und Datumstelegramm ist in den Bits 20 bis 58 codiert.

Für die Einerstellen der Zeit und Datuminformationen sind jeweils 4 Bit, während für die Zehnerstellen nur 3 oder 2 Bit erforderlich sind (siehe Tabelle 1). Die Zahlendarstellung der Zeit- und Datuminformationen erfolgt im Binärformat (BCD-Code), d. h. die dezimale 8 wird als 1000B übertragen. Für die Jahreszahl werden nur die Einer- und Zehnerstelle übertragen, so daß das Decodierprogramm die Hunderter- und Tausenderstelle der Jahreszahl ergänzen muß.

Die Bits 42 bis 44 geben in binärer Schreibweise den Wochentag an. Tabelle 3 zeigt die Zusammenhänge zwischen der Wochentagsnumerierung und der Bezeichnung in Lang- bzw. Kurzform.

Die Bits 21 bis 27 auf gerade Parität, d. h. es werden die High-Bits 21 bis einschließlich 28 addiert, deren Ergebnis muß dann eine gerade Zahl ergeben.

Das Prüfbit 2 ergänzt die Parität von Bit 29 bis 34, während Prüfbit 3 für die Parität der Bits 36 bis 57 zuständig ist. Diese Prüfbits sind ein erstes Überprüfungs-kriterium für ein DCF-Empfangsprogramm, welches damit zunächst auf einfache Weise die Konformität der empfangenen Daten überprüfen kann. Für eine fehlerfreie DCF-Decodierung sind allerdings noch weitere Maßnahmen wie beispielsweise eine mitlaufende Softwareuhr notwendig.

In unregelmäßigen Zeitabständen muß eine Schaltsekunde eingelegt werden. Dies ist dadurch bedingt, daß sich die Erde nicht genau einmal in 24 h um sich selbst dreht. Auf die koordinierte Weltzeitskala UTC bezogen, wird diese Korrektur zum Ende der letzten Stunde des 31. Dezember oder 30. Juni vorgenommen. In Mitteleuropa muß die Schaltsekunde daher am 1. Januar um 1.00 Uhr MEZ oder am 1. Juli um 2.00 Uhr MESZ eingeschoben werden.

Da die Zeitählung in diesen Fällen praktisch um eine Sekunde anhält, werden zu den genannten Zeiten nicht wie üblich 60 Sekunden (59 Sekundenmarken), sondern 61 Sekunden (60 Sekundenmarken) gesendet.

Für die DCF-Decodierung ist ein neuartiger DCF-Empfänger entwickelt worden, der auf einer besonders kleinen 10 mm x 10,5 mm Leiterplatte integriert ist. Für den Betrieb ist neben der Versorgungsspannung lediglich eine Ferrit-Antenne notwendig.

DCF-Empfangsmodul

Für die DCF-Decodierung ist ein neuartiger DCF-Empfänger entwickelt worden, der auf einer besonders kleinen 10 mm x 10,5 mm Leiterplatte integriert ist. Für den Betrieb ist neben der Versorgungsspannung lediglich eine Ferrit-Antenne notwendig.

Schaltung

In Abbildung 2 ist das Schaltbild des DCF-Empfängers dargestellt.

Das DCF-Modul IC 1 enthält einen kompletten, schmalbandigen, störfesten Geradenempfänger mit Quarzfilter und automatischer Verstärkungsregelung zum Empfang des Zeitzeichensenders DCF 77. Die Verbindung mit einer Ferrit-Antenne wird über die Platinenanschlußpunkte ST 4 und ST 5 und eine kurze abgeschirmte Leitung hergestellt.

Die über ST 1 angelegte Versorgungsspannung wird zunächst über die Kondensatorgruppe C 1 und C 2 gesiebt. Die Z-Diode D 2 stabilisiert über R 3 die Versorgungsspannung für IC 1 auf ca. 3,3 V. Der Ausgang Pin 3 von IC 1 enthält bereits das demodulierte DCF-Signal. Während der Trägerabsenkung (100 bzw. 200 ms) führt dieser Ausgang High-Pegel (ca. 3 V).

Tabelle 2: Zuordnung der Zeitzonebits 1 und 2

Zeitzonebit		UTC+	
2	1		
0	0	0	
0	1	1	MEZ
1	0	2	MESZ
1	1	3	

Tabelle 3:

Zuordnung der Wochentagsnumerierung und Bezeichnung zueinander

Nummer des Wochentags	Name des Wochentags	Abkürzung
1	Montag	Mo
2	Dienstag	Di
3	Mittwoch	Mi
4	Donnerstag	Do
5	Freitag	Fr
6	Samstag/Sonnabend	Sa
7	Sonntag	So

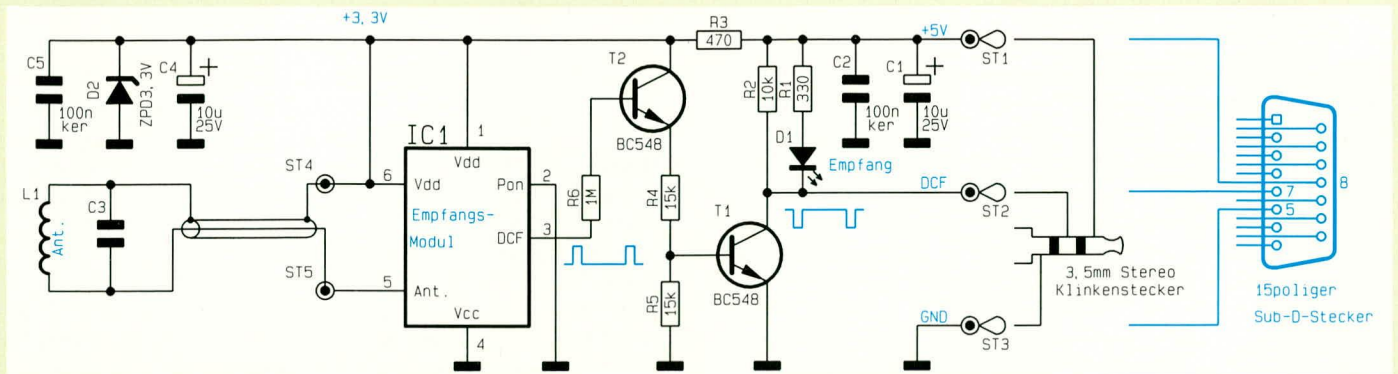


Bild 2: Schaltbild des DCF-Empfängers

Die Verzögerung des Ausgangssignals gegenüber der Senderaustattung liegt bei maximal 60 ms. Für die 100ms-Trägerabsenkung (Low-Pegel) ist eine Ausgangsimpulsbreite von mindestens 60 ms angegeben, während für die 200ms-Trägerab-

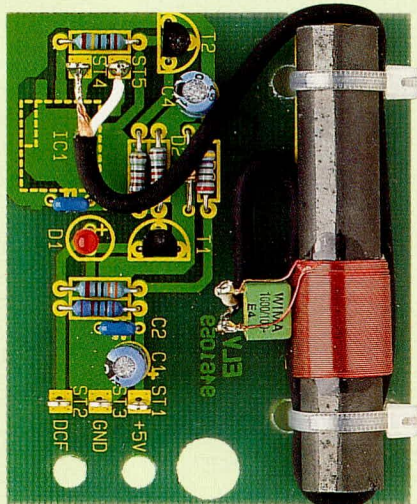
vorgestellte PC-DCF-Funkuhr anschließen.

Nachbau

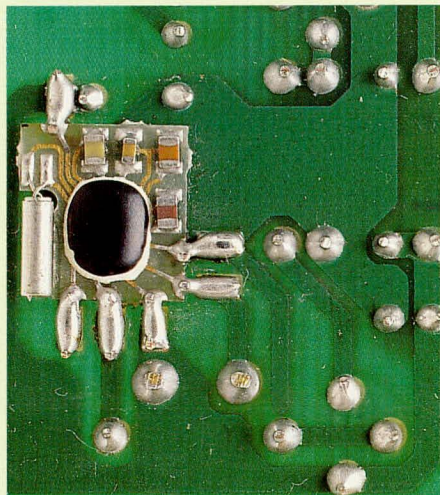
Das Empfangsmodul ist auf einer 53 mm x 64 mm großen einseitigen Leiterplatte

untergebracht, auf deren Lötseite zum Abschluß der Aufbauarbeiten das DCF-Empfangsmodul IC 1 aufgebracht wird.

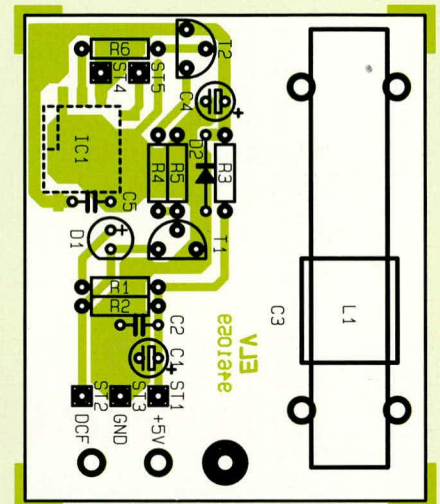
Anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste sind zunächst die Bauteile auf die Platine zu setzen und auf der Leiter-



Ansicht der Bestückungsseite des DCF-Empfängers



Ansicht der Lötseite mit dem aufgelöteten DCF-Empfangsmodul



Bestückungsplan des DCF-Empfängers

senkung (High-Pegel) die Ausgangsimpulsbreite bei mindestens 150 ms liegt.

Über den Widerstand R 6, den nachgeschalteten Stromverstärker T 2 und den Widerstand R 4 wird der als Inverter geschaltete Transistor T 1 angesteuert, an dessen Kollektor das invertierte DCF-Signal liegt. Die Leuchtdiode D 1 mit dem vorgeschalteten Widerstand R 1 dient zur optischen Kontrolle des Empfangs, während der Widerstand R 2 bei hochohmigem Transistor T 1 einen sicheren High-Pegel garantiert.

An den Platinenanschlußpunkten ST 1 bis ST 3 läßt sich über ein 3adriges Anschlußkabel (2 Adern + Abschirmung) ein 3,5mm-Klinkenstecker anschließen, zur individuellen Weiterverwendung.

Im „ELVjournal“ 1/95 wird ein DCF-Decoder vorgestellt, der mit einer entsprechenden Stereo-Klinkenbuchse ausgestattet ist.

Alternativ läßt sich die Schaltung auch über einen 15poligen Sub-D-Stecker an die im „ELVjournal“ 6/93, Seite 38 bis 41

Stückliste: DCF-Empfangstechnik

Widerstände:

330Ω	R1
470Ω	R3
10kΩ	R2
15kΩ	R4, R5
1MΩ	R6

Halbleiter:

Empfangs-Modul	IC1
BC548	T1, T2
ZDP3,3V	D2
LED, 3mm, rot	D1

Kondensatoren:

100nF/ker	C2, C5
10µF/25V	C1, C4

Sonstiges:

Ferrit-Antenne mit Kondensator, abgeglichen	L1
22 cm abgeschirmte Leitung, 1adrig	
3 m abgeschirmte Leitung, 2adrig	
3 Kabelbinder	
1 Stereo-Klinkenstecker, 3,5 mm	
5 Lötstifte mit Lötöse	
1 Softline-Gehäuse	

bahnseite zu verlöten. Die 3mm-LED wird in einem Abstand von 16 mm zwischen LED-Unterseite und Leiterplattenoberseite eingelötet.

Danach erfolgt das Anschließen der abgeschirmten Leitung an die Platinenanschlußpunkte ST 4 und ST 5 sowie an den Kondensator C 3, der bereits vormontiert ist. Diese Zuleitung darf keinesfalls gekürzt werden, da die Kapazität der Zuleitung zusammen mit der Ferrit-Antenne bereits vorabgeglichen ist.

Die Leitungsführung des Anschlußkabels ist unkritisch und kann auch neben bzw. unterhalb der Ferrit-Antenne verlaufen. Je ein Kabelbinder befestigt die Ferrit-Antenne auf der Leiterplatte.

Das komplette Empfangsmodul ist auf einer 10 mm x 10,5 mm „großen“ Leiterplatte fertig aufgebaut und wird zum Abschluß der Bestückungsarbeiten auf die Lötseite der Leiterplatte zunächst aufgeklebt und anschließend mit kurzen Drahtabschnitten, die z. B. von den zuvor eingelöteten Widerständen abgeschnitten wur-

den, gemäß nebenstehender Abbildung verlötet.

Nach Abschluß der Aufbauarbeiten ist für die Inbetriebnahme die 5V-Versorgungsspannung an die dafür vorgesehenen Pins anzulegen. Bei korrektem Empfang muß die Leuchtdiode D 1 in sekundlichem Abstand kurz (100 ms bzw. 200 ms) aufblincken.

Als dann ist die Leiterplatte in das Gehäuse einzulegen und nach Anbringen der Anschlußleitung sowie Festziehen des Kabelbinders für die Zugentlastung zu verschrauben.

Soll das DCF-Modul an einer Wand oder ähnlichem befestigt werden, sind dazu an geeigneter Stelle in der Unterhalbschale Befestigungslöcher einzubringen. Das Gehäuse wird dann erst nach erfolgter Inbetriebnahme und abschließender Montage geschlossen.

Der Montageort ist dabei so zu wählen, daß die integrierte Antenne eine günstige Position zum Sender, der in Mainflingen bei Frankfurt am Main steht, erhält. Hierauf gehen wir im folgenden Kapitel noch näher ein.

Senderempfang

Das DCF-Empfangsmodul ist mit einer sehr guten Empfangsantenne und -elektronik ausgerüstet, wodurch der DCF-Synchronbetrieb unter praktisch allen normalen Einsatzbedingungen im gesamten Bundesgebiet möglich ist. Einige wenige Besonderheiten sind aber zu beachten:

1. Die Reichweite eines jeden Senders ist begrenzt, d. h. die Empfangsstärke nimmt mit der Entfernung ab. Hierdurch steigt die Anforderung an eine besondere Ausrichtung der Antenne bei großen Entfernungen zu dem in der Nähe von Frankfurt liegenden DCF-Sender. Betroffen hiervon ist jedoch im nennenswerten Umfang erst das bundesnahe Ausland.

2. Der Synchronbetrieb ist nicht möglich, wenn die Antenne hochkant auf einer Seite steht, da dann das horizontal polarisierte Sendesignal keine Wirkung auf die Antenne haben kann.

3. Die Antenne empfängt optimal, wenn sie der Sendesignalquelle sozusagen ihre volle Breitseite zuwendet. Umgekehrt gilt:

Eine genau mit ihrer Längsachse auf den Sender ausgerichtete Antenne kann kein Signal mehr empfangen. In der Praxis beträgt der Mindestwinkel der Antennen-Längsachse zum Sender nur wenige Grad, bis einwandfreier Synchronempfang möglich ist (in sehr großen Entfernungen zum Sender wächst aber dieser „tote“ Bereich immer weiter an).

4. Gegen alle elektromagnetischen Sendefrequenzen darf ein Empfänger bzw. dessen Antenne nicht durch dichte Metallgitter abgeschirmt werden (Faradayscher Käfig). So kann es z. B. zu Empfangsproblemen kommen, wenn das Gerät in einem dichten Stahlbetonbau betrieben wird oder auch, wenn große Störquellen in der Nähe sind, die den Empfänger „zusteuern“. Die Anordnung des Empfangsmoduls sollte daher weder unmittelbar neben einem Fernsehgerät noch direkt in Computernähe erfolgen.

Im Normalfall ist aufgrund der hochwertigen Empfangsschaltung ein zuverlässiger Betrieb in einem Umkreis von 1500 bis 2000 km von Frankfurt garantiert. 