



Zeitanzeige per Lorentzkraft – DCF-Uhr für Drehspulinstrumente DUD 1

Originelle Zeitmesser stehen zu allen Zeiten hoch im Kurs, ob dies die Klappziffern auf dem Smartphone-Display sind oder binäre Zeitanzeigen, angelehnt an die auf dem Düsseldorfer Rheinturm. Möglich wird dies vor allem durch den Einsatz von Mikroprozessoren, die Stellen und Betrieb einer speziellen Uhr heute besonders einfach machen und den erforderlichen Ansteueraufwand erheblich senken. Unsere DCF-Uhr ist ein Beispiel dafür – sie zeigt die Zeit auf drei handelsüblichen Drehspulinstrumenten an. Durch die Integration einer Funkuhr-Funktion sind manuelles Stellen und eine ebensolche Sommer-/Winterzeitkorrektur nicht nötig.

„Zeiteisen“ aus Kupfer, Magnet und Federn

Eines bleibt, trotz allen Variantenreichtums, gleich, wir wollen, ob originell oder nicht, die Zeit schnell, auf einen Blick ablesen. Also müssen Stunden und Minuten, ggf. auch die Sekunden, eindeutig und getrennt erfassbar sein. Diesem Prinzip muss jede Uhr folgen, und sei sie noch so originell. Ob die Anzeige dabei so abstrakt wie bei der Binäruhr im vorangegangenen ELVjournal oder als direkte Textanzeige ausgeführt ist wie bei der in diesem ELVjournal besprochenen Uhr

mit Textanzeige, spielt keine Rolle, man muss sie nach kurzer Übung auf einen Blick erfassen können.

Das trifft auch auf das hier besprochene Projekt zu. Die Uhrzeit wird in Stunden, Minuten und Sekunden auf drei analogen Messgeräteskalen angezeigt. Dahinter verbergen sich ganz normale Drehspulinstrumente, wie wir sie aus Messgeräten kennen.

Diese Instrumente werden mit einem bestimmten Strom „angetrieben“, der den Zeiger eine genau definierte, stabile Stellung einnehmen lässt. Hier kommt die in der Überschrift erwähnte Lorentzkraft ins Spiel: Das Messwerk besteht aus einer Anordnung mit einer in einem Dauer-Magnetfeld über Federn und Spannbändern gelagerten, drehbaren Kupferspule, an der auch der Zeiger befestigt ist. Leitet man einen Strom durch die Spule, dreht diese sich durch die Lorentzkraft [1] im Magnetspalt, bis das Drehmoment der Lorentzkraft und das Rückdrehmoment der die Spule haltenden Rückstellfeder gleich sind. Jetzt bleibt der Zeiger stehen, solange der durch die Spule fließende Strom konstant bleibt.

Spannungsversorgung:	9–15 Vdc
Stromaufnahme:	max. 250 mA
Zeitsynchronisation:	tägliche Synchronisierung per DCF77-Zeitsignal
Anschlüsse:	Hohlstecker Außen- \varnothing 3,5 mm, Innen- \varnothing 1,3 mm, 6 Miniaturklemmen für Leitungsquerschnitte bis 1,5 mm ²
Abmessungen (B x H x T):	58 x 143 x 24 mm

Genau dieses Verhalten macht sich unsere Uhr zunutze. Sie stellt am Ende drei dem aktuellen Wert für Stunden, Minuten und Sekunden proportionale Ströme zur Verfügung, die drei Drehpulsesswerke ansteuern.

Freie Wahl der Anzeige

Art, Aufbau und Optik der Anzeige sind weitgehend der Entscheidung des Anwenders überlassen. Das können „antike“ Anzeigen im Bakelit- oder Messinggehäuse sein wie auch nüchtern-technische Messwerke der Neuzeit. Bild 1 zeigt eine kleine Auswahl solcher Messwerke. Dabei kann man durchaus auch zum aus einer Hi-Fi-Anlage ausgeschlachteten VU-Meter greifen, ganz nach eigenem Geschmack.

Für die Messwerke aktueller Serien wie die im Bild 2 aus dem ELV-Sortiment gezeigten (Bestell-Nr. JH-09 49 81 bzw. JH-09 49 71) stellen wir auf der Produktseite der Uhr passende, ausdrückbare Zeitskalen bereit, die direkt auf die Skalenträger dieser Instrumente aufklebbar sind.

Für andere Instrumente kann man bequem Skalen mit gängigen Computerprogrammen wie z. B. dem



Bild 1: Ob historisch-nostalgisch oder modern-sachlich, im Prinzip sind alle Drehpulsesswerke, die keinen internen Shunt enthalten, einsetzbar.



Bild 2: Für die aktuell im ELV-Versandhaus angebotene Messwerk-Serie gibt es fertige Uhren-Skalen zum Download.

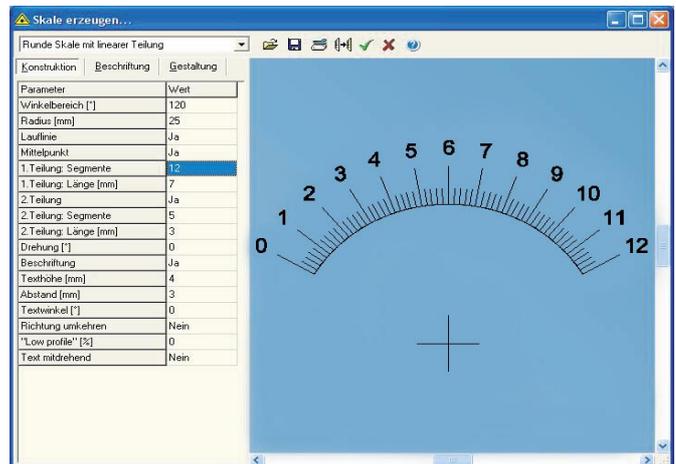


Bild 3: Eigene Skalen schnell entworfen – der FrontDesigner von ABACOM verfügt auch über einen Skalen-Editor, mit dem sich saubere Skalen blitzschnell und exakt erstellen lassen.

„FrontDesigner“ [2] erzeugen. Dieser enthält einen Skalen-Editor (siehe Bild 3), mit dem sich beliebige Skalen maßstabsgetreu erstellen lassen. Diese lassen sich auf Etiketten gängiger Hersteller direkt ausdrucken und damit ganz einfach auf die vorhandene Skala des verwendeten Messwerks aufkleben.

Auf diese Weise kann man eine sehr originelle Uhr mit einem eigenen Design selbst bauen, die garantiert ein toller Blickfang für Besucher wird. Bild 4 zeigt alle Komponenten des Systems, die nun nach eigenem Geschmack eingebaut werden können.

Neben der obligaten Mikrocontrollersteuerung wird die Uhr durch eine DCF77-Funkuhrsteuerung (siehe Elektronikwissen) ergänzt, die nicht nur eine stets genaue Zeitangabe ohne Nachstellen sichert, sondern auch das lästige Umstellen von Sommer- auf Winterzeit und umgekehrt erspart.

Dadurch, dass nahezu der gesamte Aufbau der Uhr mit bedrahteten Bauteilen erfolgt, eignet sie sich auch sehr gut als Einsteiger-, Lehr- und Lernobjekt.



Bild 4: Musteraufbau der Uhr

Schaltungsbeschreibung

Im Bild 5 ist das Schaltbild der DUD 1 dargestellt. Die Spannungsversorgung der Uhr wird mittels des Linearreglers IC 5 realisiert, der aus der Versorgungsspannung von 9 bis 15 V_{dc} eine Betriebsspannung von +5 V erzeugt. Zum Schutz im Falle eines Kurzschlusses befindet sich die Glassicherung SI 1 in der Schaltung. Ein Verpolungsschutz ist durch die Verwendung der Diode D 9 gewährleistet. Die Kondensatoren C 16 bis C 19 dienen der Siebung und Glättung von Eingangssowie Ausgangsspannung.

Der eingesetzte Mikrocontroller IC 6 vom Typ ATmega88PA ist das zentrale Bauelement der Schaltung. Zur Takterzeugung verwendet er den 4-MHz-Keramikschwinger Q 1.

Die Bedienung der DUD 1 erfolgt über die drei Taster TA 1 bis TA 3, die an den Controllerpins 9 bis 11 angeschlossen sind. Über die Pins 23 bis 28 kann der Controller die Status-LEDs D 1 bis D 6 ansteuern. Die Widerstände R 1 bis R 6 begrenzen den Strom, der durch die LEDs fließt.

Zur Auswertung des DCF-Signals ist die Datenleitung DATA vom DCF-Modul DCF 1 an den Controllerpin 2 geführt. Das DCF-Modul wird über die Betriebsspannung von +5 V versorgt. Für die Kommunikation mit der Echtzeituhr IC 2 wird die SPI-Schnittstelle (Pin 15 bis Pin 17) des Mikrocontrollers verwendet. Über einen High-Pegel am Pin 12 wird die Kommunikationsschnittstelle der Echtzeituhr aktiviert. Durch einen vom Mikrocontroller erzeugten Takt am Pin 17 kann die Echtzeituhr dann Daten von Pin 15 übernehmen und über Pin 16 an den Controller senden. Die Echtzeituhr wird im Normalbetrieb über die Betriebs-

spannung +5 V betrieben. Damit aber die Uhrzeitdaten im Falle eines Spannungsausfalls nicht verloren gehen, befindet sich zusätzlich eine Backup-Batterie BAT 1 auf der Platine. Die beiden Dioden D 7 und D 8 entkoppeln die beiden Spannungsschienen voneinander.

Entsprechend der Uhrzeit in Stunden, Minuten und Sekunden wird an den Pins 13, 14 und 1 ein vom Controller erzeugtes PWM-Signal ausgegeben. Aus diesen PWM-Signalen werden durch die nachgeschalteten Tiefpassfilter, bestehend aus R 9 bis R 11 und C 13 bis C 15, Gleichspannungen erzeugt. Diese Gleichspannungen sind direkt proportional zum Puls-Pause-Verhältnis des jeweiligen PWM-Signals. Die so erzeugten Gleichspannungen sind jedoch nicht stark belastbar. Aus diesem Grund werden die nachstehenden Operationsverstärker IC 3A, IC 3B und IC 4A vom Typ TS912 als Impedanzwandler eingesetzt. Durch die Änderung des Widerstandswerts der Widerstandstrimmer RX 1 bis RX 3 kann nun ein Strom eingestellt werden, der durch die Drehspulinstrumente fließt und den Ausschlag des Zeigers bestimmt. Die Widerstände R 15 bis R 17 stellen einen Mindestwiderstand dar, sie vermeiden eine Überlastung der Operationsverstärkerausgänge.

Nachbau und Inbetriebnahme

Die DUD 1 verwendet fast ausschließlich bedrahtete Bauelemente. Die beiden einzigen SMD-Bauteile sind der Mikrocontroller IC 6 und die Echtzeituhr IC 2. Diese sind bereits vorbestückt.

Bestückung

Zunächst werden der Uhrenquarz Q 2 (liegend), die Widerstände R 1 bis R 11 und R 15 bis R 17, die Dioden D 7 bis D 9 sowie der Keramikschwinger Q 1 bestückt. Im Anschluss folgen die Kondensatoren. Hierbei sollten zunächst die 100-nF-Kondensatoren C 2 bis C 9, C 12, C 17 und C 19 bis C 21 eingelötet werden. Denen folgen dann der 4,7-nF-Kondensator C 10 und die 470-nF-Kondensatoren C 13 bis C 15.

Im nächsten Schritt sind die Operationsverstärker IC 3 und IC 4, die Taster TA 1 bis TA 3 und der Batteriehalter an der Reihe. Beim Einlöten

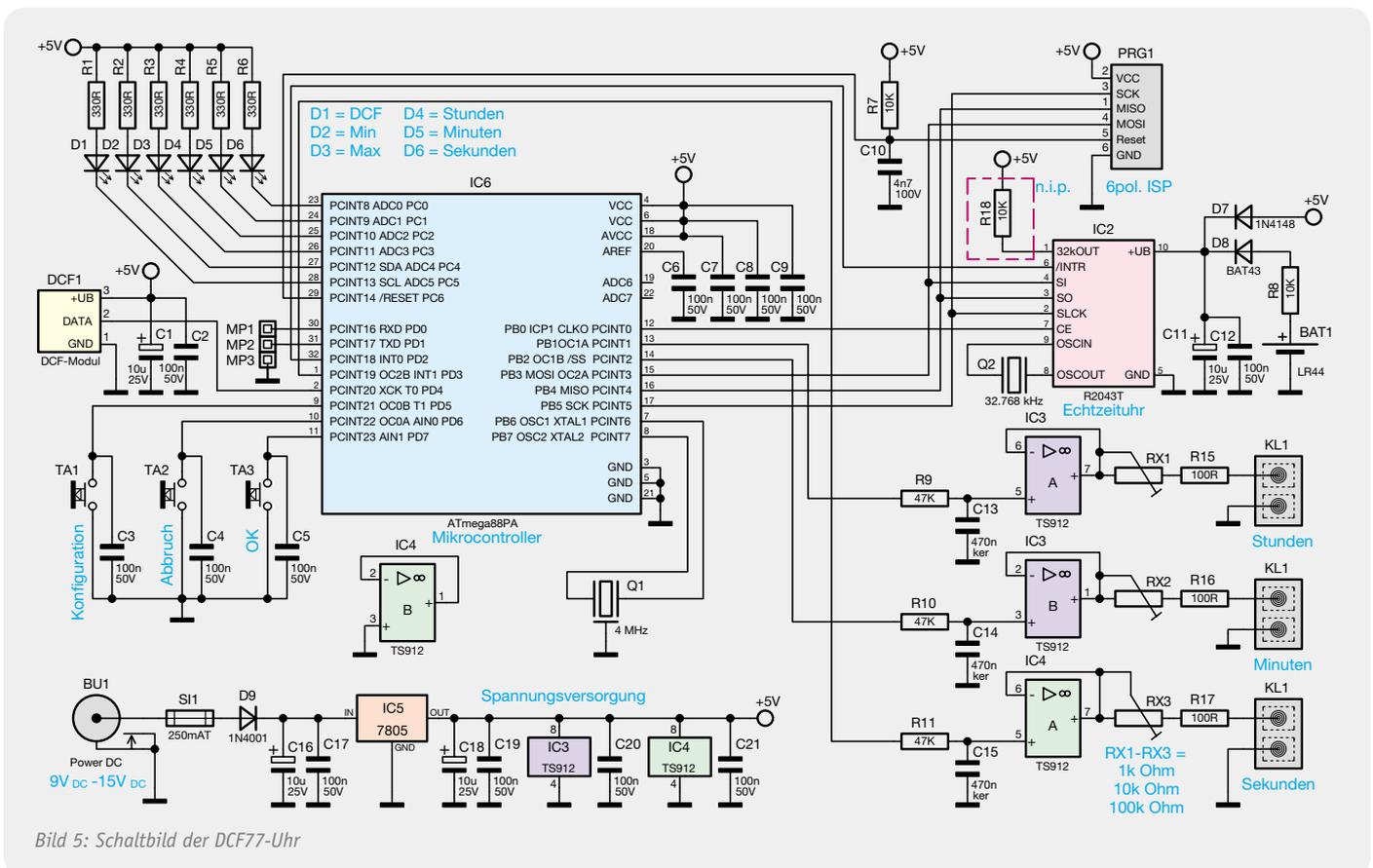


Bild 5: Schaltbild der DCF77-Uhr

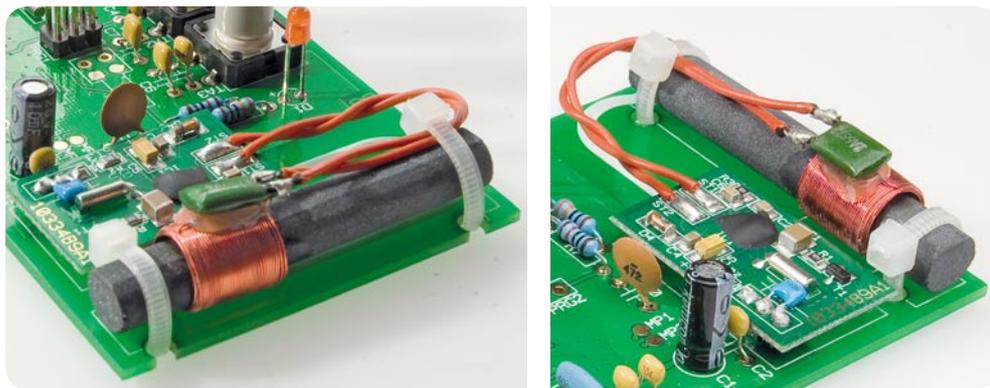


Bild 6: So erfolgt die Montage des DCF-Empfängers und der zugehörigen Ferritantenne auf der Platine. Die hier gezeigte Lage der Kabelbinder muss eingehalten werden, damit die Platine in das optionale Gehäuse passt.

der Operationsverstärker ist auf die richtige Ausrichtung des Bauteils zu achten. Hierbei kann man sich an der typischen Einkerbung des IC-Gehäuses und

am entsprechenden Bestückungsdruck auf der Platine orientieren.

Der nächste Punkt umfasst den Einbau des Spannungsreglers IC 5, dessen Anschlüsse zunächst um 90° nach hinten abzubiegen sind (siehe auch Platinenfoto). Danach wird der Regler an die vorgesehene Position auf der Platine gesetzt und mittels der beige-fügten Zylinderkopfschraube M3 x 8 mm, der Fächerscheibe und der Mutter befestigt. Erst dann werden die Anschlüsse von IC 5 angelötet. So vermeidet man unnötige mechanische Belastungen der Lötstellen. Nun können die beiden Sicherungshalterhälften, die Hohlsteckerbuchse BU 1 und die Miniaturklemmen bestückt werden. Bei dem Sicherungshalter ist darauf zu achten, dass die beiden Hälften so eingesetzt werden, dass die durch die kleinen Metallflächen abgeschlossene Seite jeweils außen liegt, um später auch die Sicherung einsetzen zu können (siehe Platinenfoto). Ebenfalls muss bei der Montage der Miniaturklemmen beachtet werden, dass die Klemme mit der Abschlussplatte sich ganz außen befindet, da sonst kein lückenloses Anreihen möglich ist. Beim Bestücken der Elektrolyt-Kondensatoren C 1, C 11, C 16, C 18 muss wie immer auf die richtige Polung geachtet werden.

Nun folgen die LEDs D 1 bis D 6, hier ist ebenfalls auf die polrichtige Montage zu achten. Das mit dem „Plus“-Zeichen markierte Lötauge weist auf die Anode hin, am Bauelement ist dies der längere der beiden Anschlüsse. Die Montage sollte so erfolgen, dass die Spitze des LED-Körpers ca. 14 mm von der Platinenoberfläche entfernt ist.

Als Nächstes wird das DCF-Modul angelötet und die Ferritantenne mit Kabelbindern so befestigt, wie es in Bild 6 zu sehen ist.

Nachdem dann die Tastenstößel für die Taster TA 1 bis TA 3 aufgesetzt und die Sicherung SI 1 in den Sicherungshalter eingesetzt sind, fehlen nur noch die drei Widerstandstrimmer RX 1 bis RX 3, um den Nachbau zu komplettieren.

Von den Widerstandstrimmern RX 1 bis RX 3 sind jeweils drei verschiedene Werte (1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω) im Bausatz vorhanden. Welcher Wert eingesetzt werden muss, hängt von den verwendeten Drehspulinstrumenten ab. Diese gibt es in unterschiedlichsten Varianten, ebenso unterschiedlich sind die benötigten Spannungen bzw. Ströme, die für den Vollausschlag des Zeigers benötigt werden.

Widerstände:

100 Ω	R15–R17
330 Ω	R1–R6
10 k Ω	R7, R8
47 k Ω	R9–R11
Spindeltrimmer, 1 k Ω	RX1–RX3
Spindeltrimmer, 10 k Ω	RX1–RX3
Spindeltrimmer, 100 k Ω	RX1–RX3

Kondensatoren:

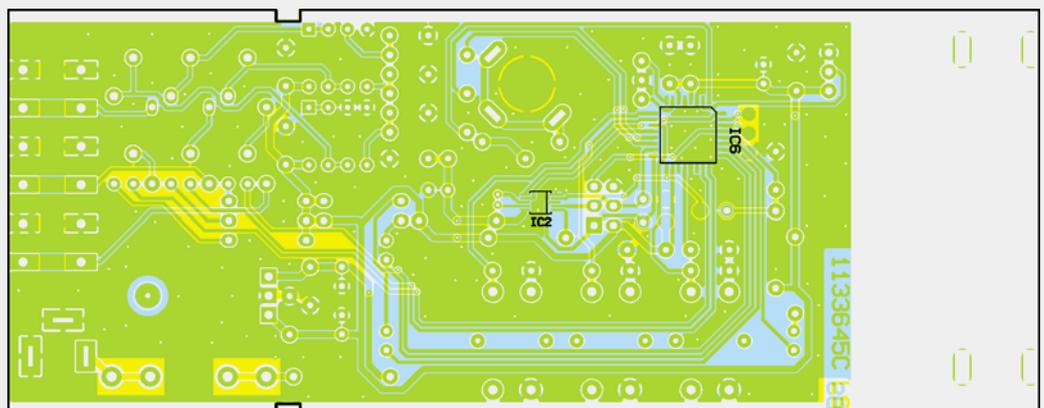
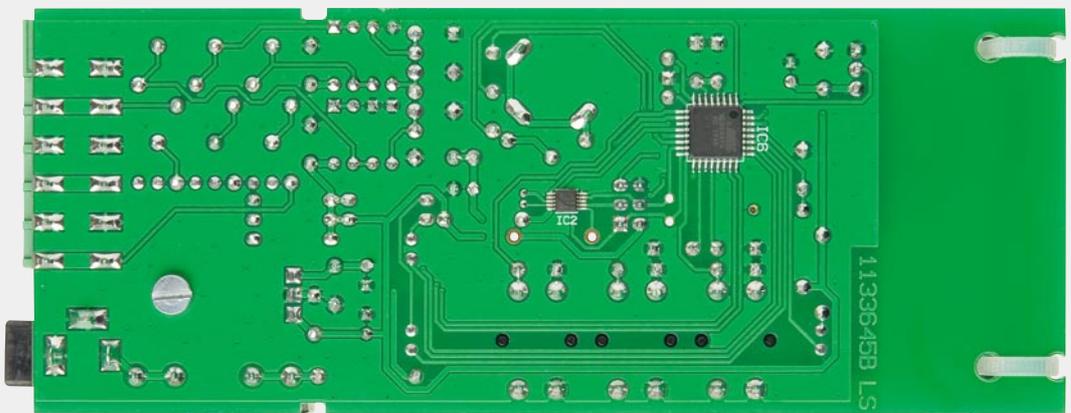
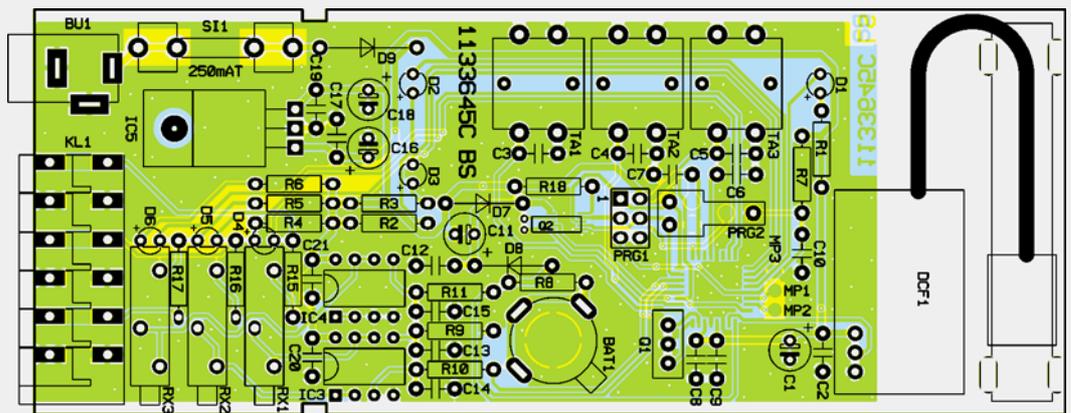
4,7 nF/ker	C10
100 nF/ker	C2–C9, C12, C17, C19–C21
470 nF/ker	C13–C15
10 μ F/25 V	C1, C11, C16, C18

Halbleiter:

R2043T-E2-F/SMD	IC2
TS912/DIP-8	IC3, IC4
7805	IC5
ELV111031 (SMD)	IC6
1N4148	D7
BAT43	D8
1N4001	D9
LED, 3 mm, Rot	D1–D6

Sonstiges:

DCF-Empfangsmodul DCF-2	DCF1
Keramikschwinger, 4 MHz	Q1
Quarz, 32,768 kHz, 10 ppm	Q2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein	TA1–TA3
Sicherung, 0,25 A, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften),	SI1
Miniaturklemme, 1-polig, winkelprint	KL1
Miniaturklemme mit Abschluss,	
1-polig, winkelprint	KL1
Batteriehalter für LR44	BAT1
Knopfzelle LR44	BAT1
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Mutter, M3	



Ansicht der komplett bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan, jeweils oben Bestückungsseite, unten Lötseite



Bild 7: Die fertig bestückte Platine der Uhr

Um hier einen möglichst großen Bereich abzudecken, sind dem Bauplatz mehrere Trimmer beigelegt. Selbstverständlich könnte der 100-k Ω -Trimmer auch den 10-k Ω - und den 1-k Ω -Trimmer abbilden, jedoch ist die Einstellmöglichkeit im unteren Bereich eingeschränkt. Dies würde dazu führen, dass der Vollausschlag des Zeigers nur sehr mühsam einstellbar ist. Sind Innenwiderstand bzw. der Spannungswert für den Vollausschlag des verwendeten Messwerks bekannt, kann man sich recht einfach den benötigten Vorwiderstand für die hier als Endausschlagswert bereitgestellte Spannung von 2,34 V ausrechnen und dann den Widerstandstrimmer einsetzen, dessen meist höherer Gesamtwiderstand diesem Ergebnis am nächsten kommt.

Sind die Daten des Messwerks hingegen nicht bekannt, so beginnt man den weiter unten beschriebenen Abgleich mit dem 100-k Ω -Trimmer. Muss dieser beim Abgleich nahe an der Minimalgrenze gedreht werden, sollte man zunächst den eingestellten Wert ausmessen und ihn durch den Trimmer mit dem kleinstmöglichen Gesamtwiderstand oberhalb des gemessenen Wertes ersetzen, um eine höhere Einstellgenauigkeit zu erreichen.

Zum Abschluss ist nun noch die Stützbatterie für den RTC-Baustein so einzusetzen, dass die mit dem Pluszeichen gekennzeichnete Seite der LR44-Knopfzelle nach oben weist. Dabei darf, ebenso wie bei einem Batteriewechsel, kein leitendes Werkzeug eingesetzt werden – Kurzschluss-, Zerstörungs- und Verletzungsgefahr! Bild 7 zeigt die so betriebsfertig bestückte Platine.

Gehäuseeinbau

Zur Gewährleistung der EMV-Kriterien muss die Platine in ein Gehäuse eingebaut werden, das u. a. Berühren von Platine und Bauteilen im Betrieb verhindert. Da dies in der Praxis wohl oft ein spezielles, selbst gefertigtes Gehäuse sein wird, das auch die Drehspulinstrumente aufnimmt, wird das zur Platine passende, fertig bearbeitete und bedruckte ELV-Kunststoffgehäuse (Bestell-Nr. JH-09 92 60) optional angeboten. Hier ist die Platine kopfüber, mit Tasten und LEDs voran, in das Oberteil einzulegen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Aussparungen der Platine in den Noppen der Gehäuseränder liegen.

Das Unterteil des Gehäuses wird dann bis zum Einrasten auf das Oberteil aufgeschoben. Bild 8 zeigt das so eingebaute Gerät.

Zum Abschluss müssen noch die Drehspulinstrumente polrichtig (Plus jeweils an die linke Klemme des Klemmenpaares) mit Leitungen an die Miniaturklemmen der DUD 1 angeschlossen werden. Diese Leitungen dürfen eine Länge von 300 cm nicht überschreiten.

Folgender Hinweis ist zu beachten:

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt.

Inbetriebnahme und Abgleich

Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung beginnt die DUD 1 eine Synchronisierung mit dem DCF-Zeitsignal, dies ist an der blinkenden LED D 1 zu erkennen. Dieser Vorgang kann je nach Empfangsqualität mehrere Minuten andauern. Um den optimalen Empfang zu gewährleisten, sollte die Ferritantenne zum einen waagrecht und zum anderen orthogonal auf den DCF77-Sender nahe Frankfurt/Main ausgerichtet sein. In Bild 9 wird dies verdeutlicht.

Nachdem die Synchronität zum DCF-Zeitsignal hergestellt ist, leuchtet die LED D 1 dauerhaft.

Um einen Offset-Abgleich und den maximalen Zeigerausschlag der Drehspulinstrumente einzustellen, muss nun der Konfigurationsmodus durch einen langen Tastendruck (2 Sek.) der Taste TA 1 „Konfiguration“ gestartet werden.

Zunächst leuchtet die LED D 2 „Min“ auf, durch einen weiteren kurzen Tastendruck der Taste TA 1 leuchtet die LED D 3 „Max“. Mit einem Betätigen der Taste TA 2 „Abbruch“ kann der Konfigurationsmodus zu jedem Zeitpunkt beendet werden.

Zunächst sollte eine vorhandene Abweichung der Nullstellung (Offset) an den Drehspulinstrumenten behoben werden. Dazu wird im Konfigurationsmodus die Einstellung „Min“ gewählt und mit der Taste TA 3 „OK“ bestätigt. Ab diesem Moment leuchten die drei LEDs D 4 bis D 6 auf und an den Ausgängen der Operationsverstärker wird die Minimalspannung ausgegeben. Nun kann mit der an den Drehspulinstrumenten üblicherweise vorhandenen Einstellschraube zum Offset-Abgleich der Zeiger auf seinen Nullpunkt eingestellt werden.

Im zweiten Schritt ist der Maximalausschlag des Zeigers einzustellen. Hierzu wird im Konfigurationsmodus die Einstellung „Max“ gewählt und mit der Taste TA 3 „OK“ bestätigt. Die LEDs D 4 bis D 6 leuchten wieder



Bild 8: Die Platine muss in ein Gehäuse eingebaut werden. Hier das optional erhältliche, fertig bearbeitete und bedruckte Einschubgehäuse.

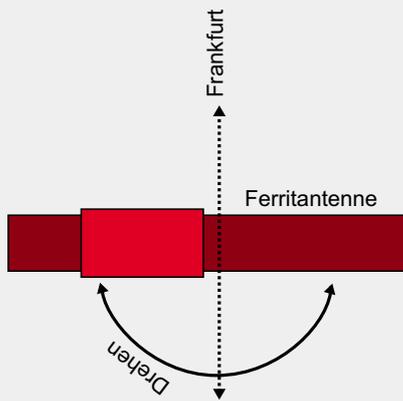


Bild 9: Die Ausrichtung der Antenne zum DCF77-Sender Mainflingen bei Frankfurt/Main (Ansicht von oben)

auf. Nun wird an den Ausgängen der Operationsverstärker die Maximalspannung von zirka 2,34 V ausgegeben. Durch das Einstellen der drei Widerstandstrimmer können die Zeiger der Drehspulinstrumente nun auf das Maximum (Skalenende) eingestellt werden. Wählt man den Trimmer mit dem entsprechend des eingesetzten Drehspulmesswerks geringsten Gesamtwiderstandsbereich (siehe „Aufbau“), lässt sich das Skalenende besonders genau einstellen. Diese Einstellung entscheidet auch über die Genauigkeit der Gesamtanzeige über die gesamte Skala.

Nach Beendigung des Abgleichs kann die Uhr nun in Betrieb gehen. Wir wünschen viel Spaß mit dieser originellen Zeitanzeige! **ELV**



Weitere Infos:

[1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Lorentzkraft>

[2] www.abacom-online.de/html/frontdesigner.html

Das DCF77-Zeitsignal

Die ersten Versuche und Ausstrahlungen von Zeitsignalen fanden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts von Halifax (USA) und Norddeich (Deutschland) statt. Das DCF77-Zeitsignal entstand als Folge des 1978 gefassten „Gesetzes über die Zeitbestimmung“. Zur Verbreitung der „gesetzlichen Zeit“ wurde die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig bestimmt, die über ein entsprechend genaues Zeitnormal verfügt. Im DCF77-Signal ist jeweils die Zeitinformation für die nächste Minute codiert. Über Leitungen wird das Zeitsignal zum sendetechnisch günstig gelegenen Langwellensender Mainflingen (50° 01' Nord, 09° 00' Ost) bei Frankfurt/Main übermittelt. Dieser strahlt es auf 77,5 kHz mit einer Sendeleistung von 50 kW aus. So erreicht das Signal eine Reichweite von ca. 2000 km um Frankfurt/Main. Der Empfang erfolgt durch in Uhren oder Geräte integrierte spezielle Langwellenempfänger über eine Ferritantenne, deren Ausrichtung zum Sender bei größeren Entfernungen entscheidend für die Signalqualität ist. Das Zeitsignal wird zwar nahezu ständig ausgestrahlt, jedoch nehmen die meisten Uhren nur wenige Empfangs- und Synchronisierungsversuche am Tag vor, meist zu Zeiten, zu denen ein stabiler Empfang durch abgesenkten elektromagnetischen „Störnebel“ möglich ist. In der Zwischenzeit laufen die Uhren in der Regel quartzstabilisiert.

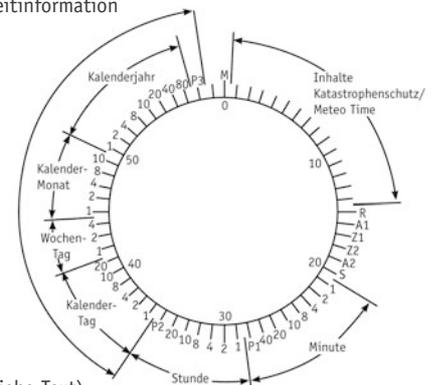
Die Aussendung des DCF77-Zeitsignals beinhaltet auch astronomisch-geophysikalisch bedingte Zeitkorrekturen, Kalenderdaten sowie die Umstellung von Sommer- und Winterzeit und umgekehrt.

DCF77 ist für die Verbreitung im deutschsprachigen Raum vorgesehen, andere Länder unterhalten gleich gelagerte Dienste, z. B. die Schweiz mit HBG (75 kHz, wird Ende 2011

Aufbau des DCF77-Zeitsignals

Bit	Bedeutung
0	Start neue Minute
1–14	Wetterdaten „MeteoTime“/Katastrophenschutz
15 (R)	Rufbit PTB
16 (A1)	1 = Umstellung MESZ/MEZ am Ende dieser Stunde
17 (Z1)	0 = MEZ, 1 = MESZ
18 (Z2)	0 = MESZ, 1 = MEZ
19 (A2)	1 = Einfügen einer Schaltsekunde am Ende dieser Stunde
20 (S)	immer 1 = Beginn der Zeitinformation
21–24	Minuten-Einer
25–27	Minuten-Zehner
28 (P1)	Parität Minute
29–32	Stunden-Einer
33–34	Stunden-Zehner
35 (P2)	Parität Stunde
36–39	Kalendertag-Einer
40–41	Kalendertag-Zehner
42–44	Wochentag
45–48	Monat, Einer
49	Monat, Zehner
50–53	Jahr, Einer
54–57	Jahr Zehner
58 (P3)	Parität Datum
59	keine Sekundenmarke (siehe Text)

(Paritätsbits jeweils gerade)



eingestellt und DCF77 als gesetzliche Zeit eingeführt), Großbritannien mit MSF-60 (60 kHz), USA mit WWVB (60 kHz), China mit BPC (68,5 kHz) und Japan mit JJY (60/40 kHz).

Alternativen zum direkten Empfang des Zeitsignals sind heute RDS, GPS und NTP.

Die DCF77-Zeitinformationen werden digital zusätzlich zur Trägerfrequenz (77,5 kHz) mit im Sekundentakt abgesenkter Signalmodulation (negative Modulation) übertragen. Der Beginn der Absenkung liegt jeweils auf dem Beginn der Sekunden 0 bis 58 innerhalb einer Minute. In der 59. Sekunde erfolgt keine Absenkung, wodurch die nachfolgende Sekundenmarke den Beginn einer Minute kennzeichnet und der Empfänger synchronisiert werden kann. Die Länge der Amplitudenabsenkungen am Beginn der Sekunden steht jeweils für den Wert eines binären Zeichens: 100 ms Absenkung stehen für den Wert „0“, 200 ms für „1“. Damit stehen innerhalb einer Minute 59 Bit (siehe Aufbau) für Informationen zur Verfügung. Die Zeitinformation wird jeweils binär übertragen, beginnend mit dem niederwertigsten Bit.

Weitere Infos: www.dcf77.de; <http://de.wikipedia.org/wiki/DCF77>