

ELV-Serie micro-line

Funkuhrensystem DCF 86

Teil 2

Im hier vorliegenden 2. Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen das komplette Schaltbild der DCF 86 mit ausführlicher Beschreibung vor.

Zur Schaltung

Anhand des in Bild 1 dargestellten Blockschaltbildes läßt sich die prinzipielle Funktionsweise des ELV-Funkuhrensystems DCF 86 gut erkennen.

Über eine aktive Antenne (100) wird das 77,5 kHz-Hochfrequenz-Trägersignal des in Mainflingen bei Frankfurt stehenden Langwellensenders DCF 77 empfangen. Das gefilterte und verstärkte HF-Signal gelangt über eine Zweidraht- abgeschirmte Zuleitung auf den im Basisgerät integrierten Empfängerteil (200).

In diesem Schaltungsteil wird das amplitudenmodulierte Empfangssignal weiter verstärkt, anschließend demoduliert und so aufbereitet, daß am Ausgang der Empfängerschaltung ein Rechtecksignal zur Verfügung steht, das zur direkten Ansteuerung des zentralen Single-Chip-Mikroprozessors geeignet ist.

Im Prozessor- und Digitalteil wird eine komplexe Weiterverarbeitung durchgeführt. Hierbei wird das Empfangssignal dekodiert, digital gefiltert, auf logische Funktionen hin überprüft und so aufbereitet, daß über eine entsprechende Anzeigentreiberschaltung eine direkte Ansteuerung der Digitalanzeige im Multiplexverfahren möglich ist.

Das Netzteil (400), dessen Speisung von einem externen, kleinen 9 V-Steckernetzteil vorgenommen wird, erfüllt ebenfalls mehrere Aufgaben.

Neben Verpolungsschutz, Störunterdrückung und Siebung wird eine elektronische, vom Mikroprozessor gesteuerte Notstromversorgungs-Umschaltung vorgenommen. Im Normalbetrieb erfolgt darüber hinaus eine schonende Ladung des 9 V-Blockakkus bzw. die Erhaltungsladung für den Fall, daß eine Trockenbatterie eingesetzt wurde. Zusätzlich liefert dieser Schaltungsteil das Steuersignal an den Prozessor für die Erkennung eines Netzausfalls.

Nachdem wir die prinzipielle Schaltungskonfiguration erläutert haben, wollen wir auf die Schaltungsbeschreibung im einzelnen eingehen.

Die Aktiv-Antenne (100)

Die auf einer separaten kleinen Antennenverstärker-Platine aufgebaute aktive Antenne zum Empfang des 77,500 kHz-Signals wird über eine ca. 2,5 m lange Zweidraht- abgeschirmte Leitung mit der Empfängerplatine (im ELV-micro-line Gehäuse) verbunden.

Die Spule L 101 bildet in Verbindung mit dem eng tolerierten Kondensator C 101 den Eingangsempfangskreis.

Über L 102 wird das Empfangssignal ausgekoppelt und auf die Basis des ersten Verstärkertransistors T 101 gegeben. Das andere Ende von L 102 liegt über den Spannungsteiler R 101 und R 102 auf halber Betriebsspannung. Hierdurch wird der Gleichspannungsarbeitspunkt von T 101 festgelegt.

Der Arbeits-Gleichstrom wird über R 104 festgelegt. C 103 dient zur Maximierung des Wechsellastspannungs-Verstärkungsfaktors, der für diese Stufe bei ca. 50 liegt.

Am Kollektorwiderstand R 103 steht dann das entsprechend verstärkte Eingangssignal an.

Eine zweite mit T 102 und Zusatzbeschaltung ähnlich aufgebaute Stufe nimmt eine weitere Verstärkung vor, so daß am Kollektor dieses Transistors das ca. 2000fach verstärkte Eingangssignal zur anschließenden Weiterverarbeitung im Empfänger zur Verfügung steht.

Der Superhet-Empfänger (200)

Mit dem IC 201 mit Zusatzbeschaltung ist ein Superhet-Empfänger aufgebaut, der sich durch hohe Eingangsempfindlichkeit bei großem Signal-Störabstand auszeichnet, so daß auch in ungünstigen Empfangslagen mit einer einwandfreien Signalverarbeitung gerechnet werden kann.

Über C 201 gelangt das HF-Eingangssignal auf den im IC 201 des Typs TCA 440 integrierten regelbaren HF-Vorverstärker (Pin 1 des IC 201). Der Ausgang dieses HF-Vorverstärkers stellt dem einen Eingang des ebenfalls im IC 201 integrierten Mischers den notwendigen Signalpegel zur Verfügung. Die zweite Eingangsfrequenz von 76,8 kHz erhält der Mischer über C 304 und R 204 auf seinen anderen Eingang (Pin 5 des IC 201). Im Mischer selbst wird nun die Differenzfrequenz zwischen HF-Eingangsfrequenz (77,5 kHz) und Referenzfrequenz (76,8 kHz) entsprechend 700 Hz gebildet. Diese 700 Hz-Zwischenfrequenz steht an Pin 15 des IC 201 zur Verfügung. Von dort wird sie über ein aktives, hochwertiges Bandpaßfilter, bestehend aus OP 1 und OP 2 mit Zusatzbeschaltung, geleitet, um anschließend auf den Eingang (Pin 12) des im IC 201 integrierten Zwischenfrequenzverstärkers zu gelangen.

Am Ausgang (Pin 7) dieses, in seiner Verstärkung über Pin 9 regelbaren Zwischenfrequenzverstärkers steht dann das auf 700 Hz reduzierte Empfangssignal an.

Wesentlich ist, daß die in der Amplitudenmodulation des 77,5 Hz Empfangssignals steckende Information in praktisch unveränderter Form auch in den 700 Hz enthalten ist. Die Information selbst besteht aus einer Trägersignalabsenkung von 100 % auf 25 % einmal pro Sekunde für eine Zeitspanne von 0,10 bzw. 0,20 Sekunden, wobei in der 59. Sekunde einer jeden Minute keine Absenkung erfolgt.

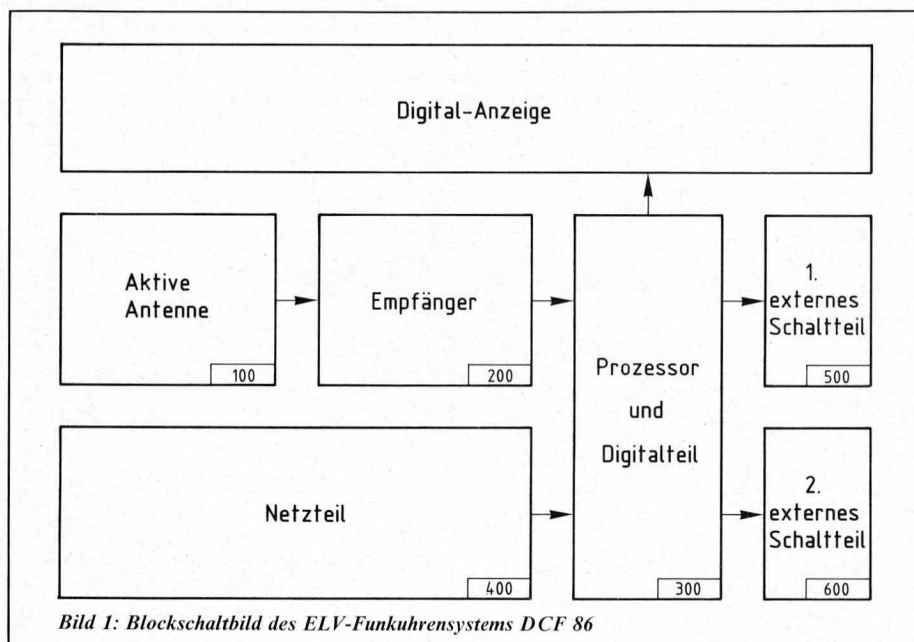
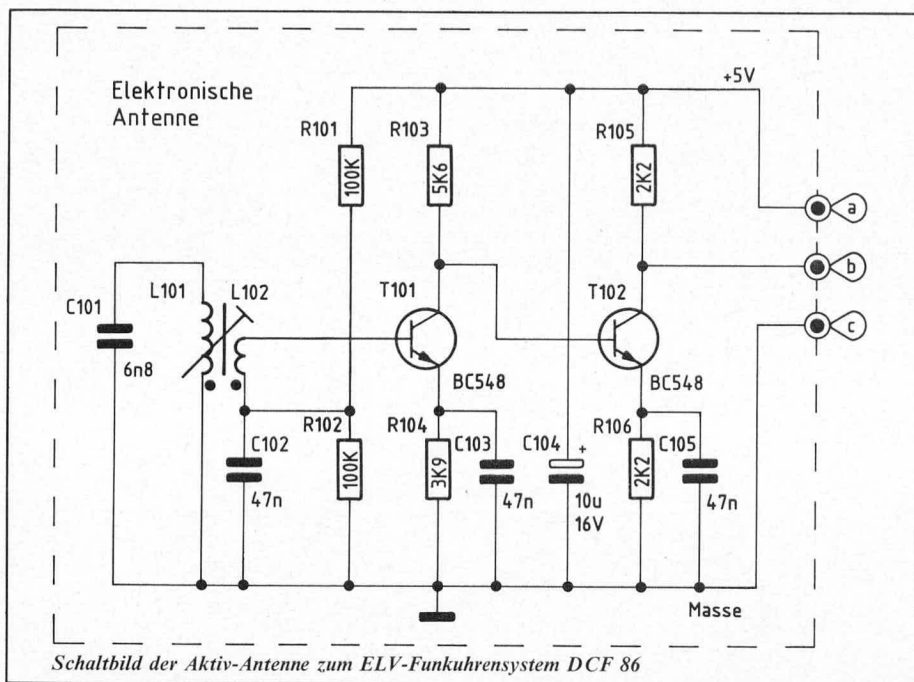


Bild 1: Blockschaltbild des ELV-Funkuhrensystems DCF 86



Schaltbild der Aktiv-Antenne zum ELV-Funkuhrensystem DCF 86

Am Ausgang (Pin 7 des IC 201) des Zwischenfrequenzverstärkers schließt sich ein passives Tiefpaßfilter erster Ordnung mit einer oberen Grenzfrequenz von ca. 1 kHz an (R 205/C 207), mit dem unerwünschte höhere Frequenzanteile ausgefiltert werden.

R 217, C 208, C 218 sowie D 201 bis D 203 bilden einen Demodulator, der die sekundlich auftretenden Zeitimpulse von der Zwischenfrequenz trennt. Über C 219 gelangt das demodulierte Signal auf den nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 5) des OP 3. Vom Ausgang (Pin 7 des OP 3) gelangt das 10fach verstärkte Signal auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 9) des als Komparator geschalteten OP 4. Die Hysterese wird mit R 222 und R 223 festgelegt.

Die durch vorstehend beschriebene Schaltung generierten Sekundenimpulse des Senders DCF 77 stehen nun als einwandfreie Rechteck-Impulse am Ausgang (Pin 8) des OP 4 zur Verfügung. Von dort werden sie direkt auf den Haupt-Steureingang des zentralen Single-Chip-Mikroprozessors IC 301 des Typs ELV 8602 gegeben.

Zum Abschluß der Superhet-Empfängerbeschreibung wollen wir noch kurz auf die Regelung der internen Verstärkerstufen des IC 201 eingehen.

Das demodulierte 700 Hz-Zwischenfrequenz-Signal, das an C 218 ansteht, wird über ein sehr niederfrequentes Tiefpaß-Filter mit einer Grenzfrequenz von ca. 0,1 Hz dem Verstärkungs-Regeleingang (Pin 9) des im IC 201 integrierten Zwischenfrequenzverstärkers zur Amplitudenregelung zugeführt.

Um den Regelbereich und damit die Qualität des Gesamtempfängers noch weiter zu steigern, wurde eine zweite Regelstrecke aufgebaut, die unabhängig von der Zwischenfrequenzverstärkerstufe arbeitet. Hierzu wird die dem Ausgangssignal (an Pin 7) proportionale und an Pin 10 des IC 201 zur Verfügung stehende Steuerspannung herangezogen. Über R 201 und R 202 wird daraus in Verbindung mit C 203 eine Regel-

spannung gewonnen, die auf den Steureingang Pin 3 des IC 201 gegeben wird. Mit diesem Eingang kann die Verstärkung der HF-Vorstufe zusätzlich den jeweiligen Gegebenheiten in weiten Bereichen angepaßt werden.

Prozessor- und Digitalteil (300)

Im IC 301, dem zentralen Single-Chip-Mikroprozessor wird die weitere, vollkommen digitale Signalaufbereitung vorgenommen. Bei dem IC 301 des Typs ELV 8602 handelt es sich um einen von der Firma VALVO hergestellten kundenspezifischen Schaltkreis, in dem das komplette Bearbeitungsprogramm direkt vom Hersteller implementiert wurde.

Die Signaleingabe am Haupt-Eingang (Pin 1) des IC 301 erfolgt in serieller Form. Sämtliche, vom DCF 77-Sender kommenden, zur Weiterverarbeitung in diesem Funkuhrensystem interessierenden Daten werden jeweils einmal innerhalb einer Minute komplett über Pin 1 eingelesen.

Innerhalb des aufwendigen internen Programmablaufes wird zunächst eine Störimpulsbefreiung im Zusammenhang mit verschiedenen logischen Überprüfungen vorgenommen.

Die daran anschließende Signalauswertung, ebenfalls mit einer Vielzahl logischer Überprüfungen, führt zu dem Ziel, daß an den Prozessorausgängen Steuerimpulse anstehen, die zur direkten Ansteuerung der Dekoder/Treiber-ICs 302 und 303 geeignet sind. In Verbindung mit T 301 bis 308 wird anschließend die komplette Digitalanzeige, basierend auf der Digitalausgabe des IC 301 angesteuert.

Über die Dioden D 312 bis D 316 erfolgt in Verbindung mit den Tastern Ta 1 bis Ta 5 eine Rückkopplung auf den Eingang Pin 35 des IC 301, mit dessen Hilfe die verschiedenen Programmierfunktionen durchgeführt werden können.

Darüber hinaus wird im IC 301 eine vollkommen autark arbeitende Quarzuhr dargestellt, mit zusätzlicher Sekundentaktgenerierung. Sobald das serielle Eingangssi-

gnal an Pin 1 des IC 301 gestört ist, erfolgt eine automatische Umschaltung auf internen Quarzuhrenbetrieb. Hierdurch bleibt die Digitalanzeige in vollem Umfang erhalten, d. h. die Uhr arbeitet ordnungsgemäß weiter, lediglich mit dem Unterschied, daß die Genauigkeit ungefähr der einer „normalen“ Quarzuhr entspricht. Zur Erkennung erlischt die entsprechende LED „DCF“. Wird wieder ein DCF-Empfang erkannt, schaltet der Prozessor automatisch wieder auf DCF-Zeit um.

Ein weiterer wesentlicher Teil der Programmablaufsteuerung befaßt sich mit der Programmierung und Auswertung der Schaltzeiten, für die insgesamt 8 umfangreiche Speicherplätze zur Erfassung von Uhrzeit, Datum und Wochentag bereitstehen.

Über Pin 17 des IC 301 wird die Impulsfolge für den 2,4 kHz Signalgeber ausgegeben, wobei die 2,4 kHz Generatorfrequenz über Pin 13 des IC 304 und T 309 eingekoppelt wird.

Der ebenfalls im IC 301 integrierte Oszillator arbeitet in Verbindung mit dem 9,216 MHz-Quarz und den beiden Kondensatoren C 302 und C 303. Intern wird diese Frequenz durch 15 geteilt und steht an Pin 11 des IC 301 zur Verfügung.

Der Eingang (Pin 10) des Binär-Teiler-ICs 304 wird mit dieser Frequenz versorgt. Insgesamt stellt dieses IC 304 verschiedene, aus der Eingangsfrequenz generierte Steuerefrequenzen zur Verfügung.

1. Die bereits erwähnte 2,4 kHz Steuerefrequenz für den Signalgenerator (an Pin 13).
2. 600 Hz Triggerfrequenz für den Prozessor und die Helligkeitsregelschaltung (an Pin 14).
3. 76,8 kHz (an Pin 6) für den Mischer im Superhet-Empfänger (Pin 5 des IC 201).

Die Beschaltung an Pin 4 des IC 301 dient zur Reset-Impulserzeugung. Dies ist erforderlich, damit der Prozessor im Falle eines vollständigen Stromausfalles (z. B. vor dem ersten Einschalten) im Einschaltmoment in einen definierten Ausgangszustand gesetzt wird.

Als weitere Besonderheit besitzt die Schaltung eine automatische Helligkeitsregelung. Mit den Gattern N 5 und N 6 mit Zusatzbeschaltung ist ein Mono-Flop aufgebaut, dessen Monozeit über den helligkeitsabhängigen Fotowiderstand R 333 (LDR 33) gesteuert wird. Die Ansteuerimpulse erhält das Mono-Flop über C 305 vom IC 304 und zwar synchron zur Multiplexfrequenz der Digitalanzeige. Am Ausgang (Pin 6 des Inverters N 6) wird über D 320 der Steureingang Pin 4 des IC 302 je nach Helligkeit mehr oder weniger lange gesperrt.

Die beiden Schaltausgänge für die Kanäle 3 und 4 werden mit den Transistoren T 311 und T 312 über die zugehörigen Steuerausgänge des IC 301 (Pin 18 und Pin 19) angesteuert. Sie können ein externes Kartenrelais direkt schalten. Das Relais selbst befindet sich zweckmäßigerweise in einem Stecker-Steckdosen-Gehäuse, dessen Steckdose über das Kartenrelais ein- und ausgeschaltet wird.

Die Stromversorgung (400)

Die gesamte Schaltung wird mit einer un-stabilisierten Gleichspannung von 9 V (ca. 8 V bis 12 V) gespeist.

Durch die Verwendung eines sehr stromsparend arbeitenden CMOS-Single-Chip-Mikroprozessors konnte die Gesamtstromaufnahme einschließlich Digitalanzeige auf ca. 200 bis 250 mA gehalten werden. Beim Einsatz eines preiswerten 300 mA Steckernetzteils steht sogar noch genügend Reserve für die Ansteuerung der beiden Schaltrelais zur Verfügung.

Die gesamte Digitalanzeige sowie die beiden Schaltrelais (falls vorhanden) werden mit der un-stabilisierten 9 V Versorgungsspannung betrieben. D 401 dient dem Verpolungsschutz und in Verbindung mit C 407 der Entkopplung.

Die gesamte übrige Schaltung wird über einen zweiten Strompfad versorgt, der über L 401, D 402 und C 401 entkoppelt und zusätzlich gepuffert wird. Auf diese Weise können Störimpulse gut unterdrückt werden.

Mit dem Festspannungsregler IC 401 wird eine elektronische Stabilisierung auf 5 V vorgenommen. Der Single Chip-Mikroprozessor IC 301 wird hieraus direkt versorgt (Spannungsbezeichnung: 5 V 1).

Die übrige Schaltung, wie aktive Antenne, Empfänger sowie Treiber-ICs werden von einer abschaltbaren Spannung versorgt, die ebenfalls vom IC 401 bereitgestellt wird.

Über den Schalttransistor T 401 kann eine Abschaltung vorgenommen werden (Spannungsbezeichnung: 5 V).

Solange die Versorgungsspannung aus dem

Steckernetzteil vorhanden ist, steht über den Spannungsteiler R 408, R 409 eine ausreichend große Spannung am Eingang des Inverters N 3 an. Der Ausgang des Inverters N 4 führt somit „high“-Potential (ca. + 9 V) und der Eingang (Pin 39) des IC 301 liegt auf ca. + 5 V. Hierdurch wird dem Prozessor „Normalbetrieb“ signalisiert, d. h. der Steuerausgang (Pin 16 des IC 301) liegt auf ca. 0 V, so daß T 401 durchgesteuert ist. Die gesamte Schaltung wird mit Strom versorgt.

Zusätzlich ist über R 401, T 403 und damit T 402 gesperrt, wodurch die Notstromversorgung deaktiviert ist.

Fällt die Versorgungsspannung durch das Steckernetzteil aus, so sinkt als erstes die Eingangsspannung des Gatters N 3 ab, da der Stromverbrauch der Digitalanzeige den Kondensator C 407 schnell entlädt. Der Ausgang des Gatters N 4 und damit der Steuereingang Pin 39 des IC 301 gehen auf ca. 0 V. Hierdurch wird dem Prozessor „Notstrombetrieb“ angezeigt.

Im selben Moment deaktiviert der Prozessor sämtliche Steuerausgänge für die Digitalanzeige sowie für die Schaltausgänge. Zusätzlich geht Pin 16 des IC 301 auf „high“ (ca. + 5 V), wodurch T 401 sperrt. Die Schaltung geht dadurch in einen sehr stromsparenden Zustand über, da im wesentlichen jetzt nur noch der zentrale Mikroprozessor versorgt wird.

Mit dem Sperren von T 401 wird gleichzeitig über R 401, T 403 und damit T 402 durchgesteuert.

Aus dem 9 V-Notstromakku (oder Batterie) fließt jetzt über T 402 und D 403 Strom in den 5 V Festspannungsregler (IC 401).

Durch den verhältnismäßig geringen Stromverbrauch dieses Schaltungsteils in Verbindung mit dem großen Puffer-Elko C 401 ist die Spannung bis zu diesem Zeitpunkt erst unwesentlich abgesunken. Dies bedeutet, daß am Ausgang des IC 401 eine absolut unterbrechungsfreie konstante 5 V Festspannung ansteht.

Der Stromverbrauch während des Notstrombetriebes liegt bei ca. 10 mA. Je nach verwendetem Akku bzw. Batterie liegt die Überbrückungszeit zwischen ca. 10 Stunden und 40 Stunden.

Der Schaltkontakt parallel zur Basis-Emitter-Strecke von T 403 wird über die Versorgungsspannungs-Eingangsbuchse geschaltet. Sobald der Stecker entfernt wird, schließt der Kontakt und die Schaltung ist insgesamt stromlos, da der Notstrombetrieb nicht aufgenommen werden kann. Diese Möglichkeit wurde deshalb vorgesehen, um die Schaltung definiert außer Betrieb zu nehmen, ohne daß die Stützbatterie entladen wird.

Zum Wiederaufladen des 9 V-Blockakkus bzw. zur Erhaltungsladung einer 9 V-Blockbatterie dient die Ladeschaltung, bestehend aus N 1 und N 2 mit Zusatzbeschaltung. Hiermit wird eine Spannungsverdopplerschaltung realisiert, die es ermöglicht, auch bei der minimal auftretenden Betriebsspannung von ca. 8 V über R 404 den Ladevorgang zu starten. Im Notstrombetrieb wird N 2 über D 406 gesperrt.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen. In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ stellen wir Ihnen dann im dritten und letzten Teil dieses Artikels die komplette Aufbaubeschreibung vor.