

## Ergänzung zu

**Reinhard Weiß**

### **Uhrzeit und Normalfrequenzempfänger für DCF 77 mit Gangreserve**

erschienen in Funkschau Heft 22 bis Heft 26/1976

Dokumentenstand: 19.06.2016 19:17

### **Digitales Minutenfilter 7601 (Rev 1)**

Seit der Abfassung des Manuskriptes zu dem Funkschauartikel (1974/1975) konnten umfangreiche Erfahrungen zu dem beschriebenen Empfänger gesammelt werden. Obwohl das Gerät normalerweise sehr zuverlässig arbeitet, hat es sich herausgestellt, dass bei gestörten Empfangsverhältnissen (besonders während des Senderausfalls) noch Verbesserungen bei der Minuten-Erkennung wünschenswert wären. Anderenfalls kann es gelegentlich zu falschen Zeitanzeigen kommen. Das führte zu dem "Digitalen Minutenfilter", das hier beschrieben werden soll.

Hauptziel der Entwicklung des beschriebenen Empfängers war eine zu jedem Zeitpunkt möglichst geringe Fehlerwahrscheinlichkeit für die Anzeige bei gleichzeitig hoher Absolut-Genauigkeit der Darstellung von Zeiteinheit und Frequenz. Bei seltenen, aber besonders starken Empfangsstörungen sind noch Maßnahmen zur Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit nötig.

Eine wesentliche Verbesserung - insbesondere bezüglich des Senderausfalls - stellt ein digital arbeitendes "Minutenfilter" dar, das den bisherigen Sekunden-Minuten-Dekoder 7401 [18] ersetzen soll. Die beiden Baugruppen sind gegeneinander austauschbar, wenn eine zusätzliche Taktleitung verdrahtet wird.

Die neue Baugruppe zeichnet sich gegenüber der bisherigen durch eine Verringerung des Aufwands im Analogteil (Sekunden-Dekoder) und eine verbesserte Störsicherheit bei der Minutenerkennung unter anderem durch Verringerung der Torbreite aus. Außerdem entfallen kritische Abgleicharbeiten.

#### **Analogteil (Bild 39):**

Die Dekodierung der Sekundensignale erfolgt im Prinzip wie bei 7401. Das auf ca. 1 Veff verstärkte Empfangssignal an Pkt. 17 wird mit D1, D2 demoduliert und in IS1 etwa 2-fach verstärkt. Durch die Rückkopplung mit D3 ist die Verstärkung nichtlinear. Sie steigt bei kleinen Eingangsspannungen an. Dadurch wird die ebenfalls nichtlineare HF-Gleichrichtung linearisiert.

Der Kondensator C6 wird über den Spannungsteiler R12/R11 auf 75% des Trägerspitzenwerts aufgeladen. Der Komparator IS2 vergleicht diesen Wert mit dem demodulierten Empfangssignal an C7 und schaltet daher jedes Mal dann, wenn sich der Träger auf 75% seines Maximalwertes absenkt. Dieser Triggerzeitpunkt ist günstig für gute Reproduzierung des Sekundenbeginns.

C7 unterdrückt die auf dem Empfangssignal evtl. vorhandenen impulsartigen Störungen. Sein Wert sollte ab etwa 10 nF bis max. 0,1 µF liegen. Anderenfalls werden unter Umständen zu selten Minutenimpulse erkannt. C5 dämpft den Zeigerausschlag des Feldstärkeinstruments.

#### **Digitalteil (Bild 40):**

Die Minute wird durch den fehlenden 59. Sekundenimpuls angekündigt. Der Minutendekoder muss die 2 sec-Lücke zwischen dem 58. und 60. Sekundenimpuls sicher erkennen. Dazu wird ein 1 kHz-Takt (Pkt. 15) in einen mehrstufigen Zähler eingezählt, der aus IS5 bis IS8 besteht. Die Zählerkette wird mit jedem empfangenen Sekundenimpuls über IS3-IV, IS4-III zurückgesetzt. Da der Ausgang Pin 2/IS5-I dabei auf H gesetzt wird, geht der Ausgang der Zählerkette, Pin 12/IS8, nach 1999 Taktimpulsen auf H. Dabei öffnet das "Zeittor" an Pin 5/IS9-I (Pin 2 sei H). Durch die Vergatterung mit IS4-I wird es spätestens wahlweise nach 2, 3 oder 6 weiteren Taktimpulsen wieder geschlossen (mit Brücke X2 wählbar). Da 1999 Taktimpulse mit 1 kHz nur in 1999 ms eingezählt werden können, öffnet das Zeittor auch nur dann, wenn der Abstand zweier Sekundenimpulse mindestens ca. 2 sec beträgt, also gerade zwischen der 58. und 60. Sekunde (vergl. Bild 41).

Wegen der unbekanntenen und nicht festen Phasenlage zwischen der 1 kHz-Taktfrequenz und den empfangenen Sekundenmarken ist jede Zeitangabe um  $1/1 \text{ kHz} = 1 \text{ ms}$  ungenau, was in Bild 41 entsprechend berücksichtigt wird. Mit P1 kann eine Mindestfeldstärke eingestellt werden, unterhalb der kein Zeittor geöffnet werden soll. In dem Fall ist Pin 2/IS9-I auf Potential L („zu schwach“).

Wenn das Zeittor offen ist, gibt IS9-II den während dieser Zeit eintreffenden (60. Sekunden-)Impuls als Minute an Pkt. 2 ab. Fällt kein Impuls in die Öffnungszeit des Zeittores (= Suchtor), bleibt das Tor 2, 3 bzw. 6 ms lang offen (abhängig von X2).

Die Breite des Minutenimpulses an Pkt. 2 beträgt 19...18 ms. Damit Signalstörungen nicht ein Schließen des Tores verhindern können (damit würde auch die Dauer des Minutenimpulses beliebig groß und der Sekundenzähler auf 7405 [19] falsch zurückgesetzt), wird durch IS4-III während der Minutenabgabe ein Zählerrücksetzen verhindert.

Im Senderausfall oder bei starken Empfangsstörungen anderer Sender bleiben die Sekundenimpulse aus und die Zählerkette wird nicht mehr zurückgesetzt. IS4-II stellt ein „Überlaufen“ fest (19 ms über 2 sec), sperrt die Einzählung des Taktes und erzeugt das Inhibit-Signal an Pkt. 3, das auch bei Empfang unterhalb der Mindestfeldstärke entsteht.

Mit dem Taster S2 kann von Hand ein Minutenimpuls erzeugt werden, falls dieser wegen zu großer Empfangsstörungen (Impulsstörungen) nicht dekodiert werden kann. Der Taster wird dazu kurz vor bis nach dem 60. Sekundenimpuls gedrückt. Nützlich ist diese Möglichkeit nach dem Netz-Einschalten, wenn Empfangsstörungen lange Zeit ein Stellen der Uhr verhindern würden. Wenn durch Betätigen des Tasters zunächst eine Synchronisierung zwischen Sendesekunden und den synthetischen Sekunden erfolgt ist, kann eine weitere „Hand“-Minute 60 sec später auch eine Übernahme der Zeitinformation aus dem Schieberegister auf 7405 [19] in die Anzeige veranlassen, sofern die Parität stimmt. Natürlich ist unter solch gestörten Empfangsbedingungen die Wahrscheinlichkeit einer falschen Anzeige, die die Paritätskontrolle bei zu viel Bitverfälschungen nicht verhindern kann, relativ hoch. Es hat sich jedoch in der Praxis gezeigt, dass die Bits dabei im Allgemeinen trotzdem noch recht sicher erkannt werden.

Für S2 ist ein Taster nötig, ersatzweise kann auch ein Schalter verwendet werden. Es sind hierfür verschiedene Pin-Anordnungen im Layout vorgesehen. Alternativ kann man den Taster auf der Platine unbestückt lassen und einen externen Taster an die Punkte 5 und 6 der Platine anschließen.

Bild 42 zeigt die beiden Seiten der zweiseitig kaschierten Platine, Bild 43 den zugehörigen Bestückungsplan.

### Erkennungssicherheit:

Wegen der geringen Torbreite ist die Minutenerkennung sehr sicher. Der Zeitbereich für den 2 sec-Abstand für eine sichere bzw. mögliche Erkennung (abhängig von der zufälligen Lage der Takte) ist nach folgender Tabelle eingegrenzt:

Brücke X2	Torbreite	Zählimpulse von - bis	sichere Erkennung bei	mögliche Erkennung bei
1-2 (W1)	2 ms	1999 - 2001	1999 - 2000 ms	1998 - 2001 ms
3-4 (W2)	3 ms	1999 - 2002	1999 - 2001 ms	1998 - 2002 ms
5-6 (W3)	6 ms	1999 - 2005	1999 - 2004 ms	1998 - 2005 ms

Wegen der Gangreserve sind nicht erkannte Minutenmarkierungen (weil sie nicht im Suchtor lagen oder kein Suchtor entstehen konnte) unschädlich. Im Senderausfall können nur solche Störimpulse eine Minute „simulieren“, die den genauen Abstand nach obiger Tabelle haben, was sehr unwahrscheinlich ist. Wenn P1 richtig eingestellt ist, wird aber auch dann kein Minutenimpuls an Pkt. 2 abgegeben.

Der Begriff „sichere“ Minutenerkennung ist so zu verstehen, dass praktisch kein Minutenimpuls abgegeben wird, den der Sender nicht auch übertragen hat. Das bedeutet aber nicht, dass jede Minute erkannt wird, was die Funktion der Uhr in keiner Weise beeinträchtigt. In dem Fall bildet die Uhr ja wegen der Gangreserve einen eigenen Minutenübertrag.

Insbesondere kommen als Störquellen in Frage: Abstrahlungen des Zeilenfrequenzgenerators eines Röhren-Fernsehgerätes oder des Löschoszillators eines Tonbandgerätes und schlecht entstörte Dimmer, aber auch (trotz Funkschutzzeichen) Haushaltsgeräte mit Elektromotor.

Es wurde über mehrere Wochen die Anzahl der erkannten Minutenmarkierungen mit der Anzahl der „wahren“ (= gesendeten) Minuten verglichen (Messort München, Messzeitraum Oktober 1976 und Februar 1977; der Kondensator C7 in Bild 39 war 22 nF). Dabei kann davon ausgegangen werden, dass Minuten nur dann als solche erkannt wurden, wenn sie auch tatsächlich gesendet wurden. Durch Störungen wurden jedoch einige Minutenimpulse nicht erkannt.

Dabei stellte sich heraus, dass die Erkennungssicherheit (das ist die Anzahl der erkannten Minuten bezogen auf die Anzahl der wahren Minuten innerhalb des Messintervalls) bei Nacht am höchsten ist. Es wurden während 8 Stunden in der Nacht mehrmals 98% (bei Torbreite 2 ms) bzw. 99% (bei 3 ms) aller Minuten erkannt. Selbst die Mittelung der Nachtwerte über jeweils 1 Woche zeigte eine Sicherheit von 94% bzw. 98%. Die meisten Störungen wurden am Abend beobachtet, die vermutlich auf Fernsehempfänger in der Nachbarschaft zurückzuführen sind. Die Tagesmittelwerte (über 24 Stunden) lagen aber immer noch zwischen 86 und 93% bzw. 92 und 96%. Bei Mittelung über 7 Tage und Nächte wurden 90 bzw. 94% aller gesendeten Minutenmarkierungen erkannt. Für Torbreite 6 ms wurden keine Messungen vorgenommen, subjektiv war die Erkennung aber noch etwas besser (10/1986).

Für andere Empfangsorte können ähnlich hohe Werte erwartet werden. Es muss jedoch damit gerechnet werden, dass während der Betriebszeit des eigenen Fernsehempfängers oder anderer Störquellen kein einziger Minutenimpuls erkannt wird.

#### **Betriebssicherheit der Uhr mit dem digitalen Minutenfilter 7601:**

Mit dem neuen Minutenfilter wird die beschriebene Uhr noch wesentlich betriebssicherer. Eine falsche Zeitanzeige ist zwar nicht völlig ausgeschlossen, jedoch äußerst unwahrscheinlich. Auch während eines Senderausfalls ist ein falsches Stellen der Uhr mit großer Sicherheit ausgeschlossen.

Ein Problem kann mit dem digitalen Filter allerdings kaum behoben werden: wenn ein starkes Störsignal (Träger) den Empfang der Sekundenmarken derart beeinträchtigt, dass nur gelegentlich noch Sekundenmarken erkennbar sind, kann es auch passieren, dass eine normale Sekunde unterdrückt wird und damit ein exakter 2 sec-Abstand zweier Sekundenmarken entsteht. Das würde als Minute ausgewertet und die Uhr falsch stellen.

Es gibt aber auch noch Möglichkeiten, die Störsicherheit der Uhr weiter zu verbessern. Zum Beispiel ist eine bessere Redundanzausnutzung bei den übertragenen Sekundenimpulsen möglich (0/1-Erkennung).

Andererseits sind noch Maßnahmen denkbar, die zusätzlich die im Schieberegister zwischengespeicherten Informationen auf Plausibilität überprüfen (z.B. Vergleich mit vorhergehenden oder nachfolgenden Daten).

**Historie/Unterschiede:**

Eigenschaft	7601 Rev 1	7601 Rev 0	7401 (analog)
Ausgabedatum Schaltung (Bild 39, 40)	19.06.2016	05.12.1976 Handz.	10.01.1974 (Bild 8)
Ausgabedatum Impulsplan (Bild 41)	19.06.2016	16.01.1977 Handz.	17.02.1980 Handz.
Typ Druckvorlage (Bild 42)	sPrint Layout	Klebevorlage/Kopie	FS-Abdruck
Typ Lötverfahren	alle THT (Durchsteck)	teilweise stumpf auf BS	alle THT (Durchsteck)
Typ Bestückungsplan (Bild 43)	sPrint Layout	Handzeichnung	Handzeichnung (Bild 10)
Brücke für Torbreite	X2: 2, 3, 6 ms	„Nr. 1“: 2 und 3 ms	entfällt; Abgleich
Testschalter S1 (Dauer-Minute)	entfällt; ersatzweise S2 als Schalter oder S1/S2 extern verdrahten	vorhanden	entfällt
Dämpfungs-Kondensator (470 µF)	C5 auf Platine	C5 extern (am Instrument)	extern (am Instrument) oder mit C8 int.
Anschluss Punkt Masse	19 + 21	21	5 + 12 + 21
Anschluss Punkt Takt 1 kHz	15	nicht benötigt	nicht benötigt
Anschluss Punkt +5V	7 + 8	1 + 8	8
Anschluss Punkt DCF 1 sec	9	4 + 9	9
Anschluss Punkt DCF 1 Min	2	2 + 11 + 16	2
anderweitig belegte Punkte (frei lassen)		1, 11, 16	1, 4, 5, 6, 12
Abblock-C +5V	C12 + C13 + C14	C12 + C13	C6

**Literatur:**

- [18] Weiß: Uhrzeit- und Normalfrequenzempfänger für DCF 77 mit Gangreserve  
Funkschau Heft 22/1976 (Teil 1) S. 967
- [19] dgl. jedoch  
Funkschau Heft 24/1976 (Teil 3) S. 1087

**Diese Dokumentation basiert auf der in 1977 verteilten Version (Rev 0), die Leiterplatte wurde jedoch inzwischen mit sPrint Layout geroutet mit geringfügigen Schaltungsänderungen (Rev 1), siehe Tabelle oben.**