

# Analogue und digitale Flankendetektoren

**Der Flankendetektor hat die Aufgabe, aus der ansteigenden oder abfallenden Flanke eines Eingangssignals einen vollständigen und exakt geformten Ausgangsimpuls definierter Länge zu erzeugen. So kann z. B. aus einem auf Low- oder High-Pegel schaltenden Ausgang eines Gerätes ein exakter Schaltimpuls für die Ansteuerung digitaler Baugruppen in wählbarer Polarität generiert werden. Wir stellen zwei Flankendetektoren für den universellen Einsatz mit unterschiedlichen Aufgaben und Lösungswegen vor.**

## Allgemeines

Oftmals besteht der Wunsch, fertige Geräte um bestimmte Funktionalitäten zu erweitern oder gewisse Abläufe zu automatisieren. Dabei ist es meist am einfachsten an die Bedientaster des Gerätes anzuknüpfen, um möglichst keine internen Abläufe zu stören oder das Gerät gar in unzulässige Zustände zu bringen. Soll nun beispielsweise ein Zustandswechsel eine

Tasterbetätigung simulieren, so ist die Flanke des Zustandswechsels in einen kurzen Tastimpuls umzuwandeln, was mit den beiden hier beschriebenen Flankendetektoren einfach möglich ist. Der geübte und dazu ausgebildete Elektroniker kann so beispielsweise einfach über den Schaltausgang eines Bewegungsmelders mittels des Flankendetektors einen Videorecorder so ansteuern, dass dieser beim Einschalten des Melders die Aufzeichnung von einer Überwachungskamera startet und beim

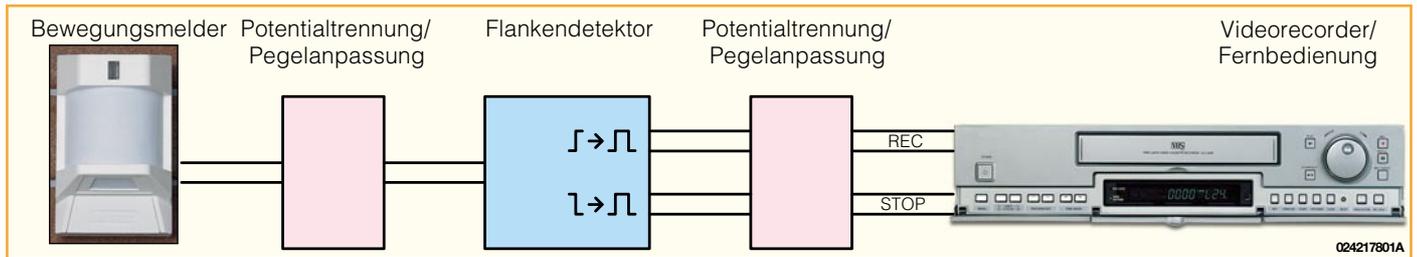
### Technische Daten:

#### FDA 10:

Abmessungen: ..... 59 x 35 mm  
 Betriebsspannung: ..... 5 V bis 30 V  
 Stromaufnahme: ..... 1 mA

#### FDD 10:

Abmessungen: ..... 66 x 47 mm  
 Betriebsspannung: ..... 5 V  
 Stromaufnahme: ..... < 0,1 mA



**Bild 1: Anwendungsbeispiel des Flankendetektors**

Abschalten des Bewegungsmelders automatisch die Stop-Taste am Recorder betätigt wird. Das Prinzip dieser Anwendung ist in der Abbildung 1 als Blockschaltbild dargestellt.

Die hier als Einzelbaugruppen vorgestellten beiden Schaltungen realisieren die Flanken-Impulswandlung auf zwei unterschiedlichen Wegen bzw. für unterschiedliche Betriebsumgebungen. Die Flankendetektoren sind für die Einbindung in andere Schaltungen oder als Experimentieraufbauten vorgesehen. Sie sind deshalb auch ohne eigenes Netzteil bzw. ohne eine Spannungstabilisierung ausgeführt und

werden beispielsweise direkt aus der Schaltung versorgt, in die sie integriert werden sollen.

Die Betriebsspannung für den digitalen Flankendetektor FDD 10 beträgt dabei 5 V, während der analoge Flankendetektor FDA 10 mit einer Spannung zwischen 5 V und 30 V versorgt werden kann.

Beide Schaltungen eignen sich im Übrigen auch hervorragend für die Ausbildung. Der digitale Flankendetektor FDD 10 etwa setzt sich aus Standardschaltungen der Digitaltechnik zusammen, deren Zusammenwirken hier besonders übersichtlich verfolgbar ist.

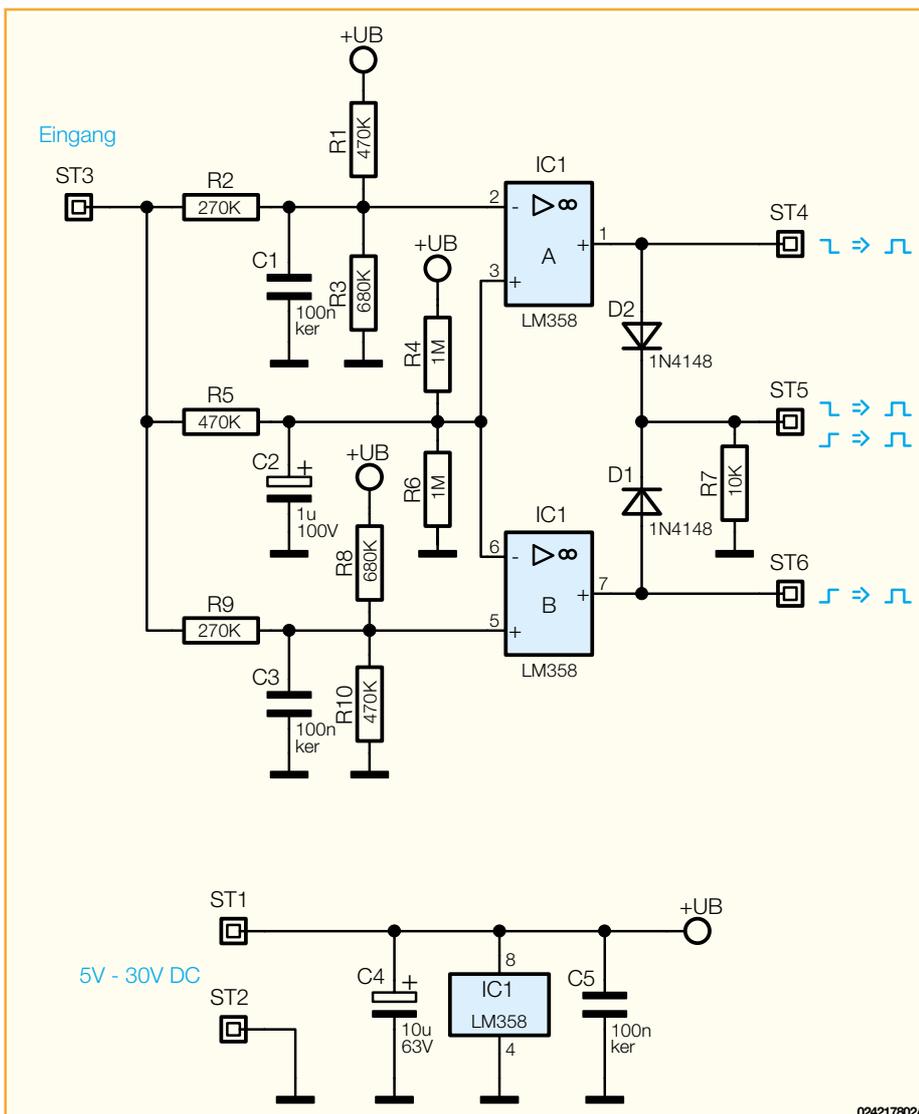
## Funktions- und Schaltungsbeschreibung

### FDA 10

Der analoge Flankendetektor FDA 10 fällt einmal durch den äußerst geringen Schaltungsaufwand und zum anderen durch den weiten Einsatzbereich bezüglich der Spannungsversorgung auf. Er besteht aus einem Zweifach-Operationsverstärker, der als Komparator arbeitet, und einigen wenigen Standard-Bauelementen, wie Abbildung 2 zeigt.

Über die Widerstände R 4 und R 6 wird eine mit C 2 gepufferte Referenzspannung von  $+UB/2$  erzeugt. Diese Referenzspannung liegt an beiden Komparatorstufen in gleicher Höhe an und ist mit R 5 an den Signaleingang der Schaltung gekoppelt, wodurch die Referenzspannung relativ langsam in Richtung des Eingangspiegels gezogen wird. Wird als Betriebsspannung 5 V angenommen und liegen am Eingang 0 V an, so nimmt die Referenzspannung einen Wert von 1,22 V und bei einem Eingangspiegel von 5 V einen Wert von 3,78 V an.

Die gleiche Beschaltung, jedoch mit unterschiedlichen Widerstands- und Kapazitätswerten befindet sich auch an dem jeweils anderen Eingang beider Komparatorstufen. Am Pin 2 von IC 1 A liegen dann bei 0 V bzw. 5 V am Signaleingang die Pegel bei 1,46 V bzw. 3,99 V. An Pin 5 von IC 1 B ergeben sich analog 1,01 V bzw. 3,54 V. Im statischen Zustand, d.h., wenn der Eingang der Schaltung fest auf einem Pegel liegt, hat der invertierende Eingang jeder Komparatorstufe also immer einen höheren Spannungspegel als sein nichtinvertierender Eingang. Damit befinden sich beide Komparator-Ausgänge auf Low-Pegel. Bei einer steigenden Flanke am Signaleingang wird der Komparator IC 1 B aktiv, da die Pegeländerung an ST 3 über das RC-Glied aus R 9 und C 3 viel schneller an dem nichtinvertierenden Eingang (Pin 5) als über das RC-Glied aus R 5 und C 2 an dem invertierenden Eingang (Pin 6) einen Spannungsanstieg verursacht. Zur Verdeutlichung dieses Vorgangs sind die Spannungsverläufe der markanten Punkte in Abbildung 3 dargestellt. Für eine Zeit von 0,7 s ist die Spannung an Pin 5 somit höher als an



**Bild 2: Schaltbild des analogen Flankendetektors FDA 10**

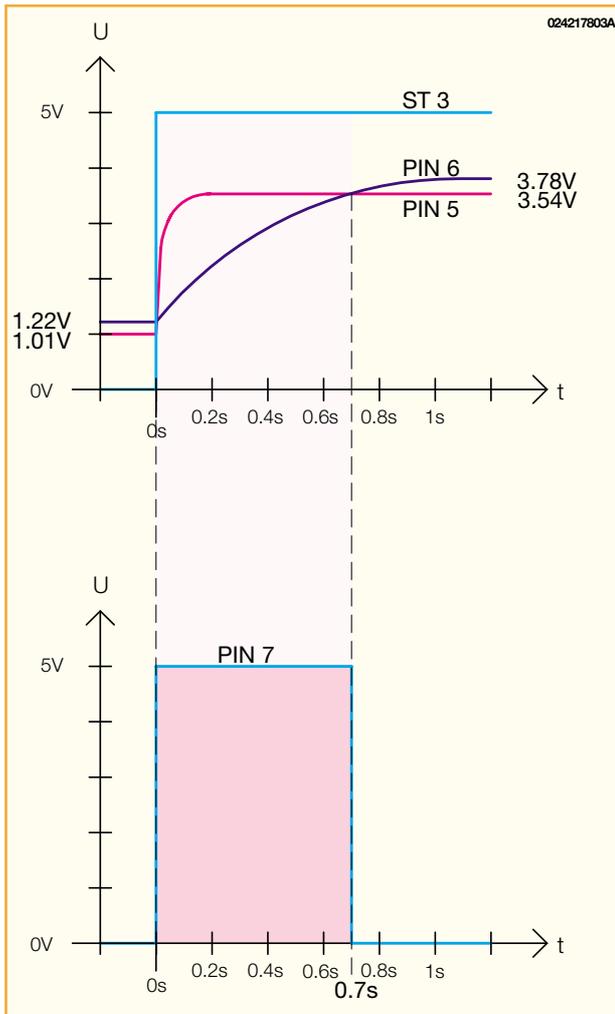


Bild 3: Spannungsverläufe des FDA 10

Pin 6 von IC 1 B und somit führt der Ausgang Pin 7 für diese Zeit High-Pegel. Durch das selbe Prinzip wird bei einer fallenden Flanke ein kurzer Ausgangsimpuls an Pin 1 von IC 1 A erzeugt. Somit

Umwandlung der Eingangsfanken in kurze Impulse. Die ersten beiden Gatter IC 2 A und B sorgen mit ihren Schmitt-Trigger für einen für die nachfolgende Digital-schaltung eindeutig verarbeitbaren steilen

führt also eine fallende Impulsflanke an ST 3 zu einem 700 ms langen positiven Impuls an ST 4, eine steigende Flanke hingegen zu einem solchen Impuls an ST 6. An ST 5 wird bei beiden Flanken (steigend oder fallend) ein Impuls erzeugt. Hier werden die beiden Ausgangssignale von ST 4 und ST 6 über die beiden Dioden D 1 und D 2 sowie den Widerstand R 7 verknüpft und somit bei jeder Eingangssignalfanke ein Impuls von 700 ms ausgegeben.

Durch entsprechende Umdimensionierung der zeitbestimmenden Glieder kann man die Schaltung auch an ein anderes Timing anpassen und so z. B. „schneller“ machen.

### FDD 10

Der digitale Flankendetektor FDD 10 kann zwar nur an 5 V betrieben werden, ist jedoch etwas vielseitiger in seiner Funktionalität als der FDA 10.

Beim FDD 10 sorgt zunächst ein 6-fach-Inverter mit Schmitt-Trigger für die Umwandlung der Eingangsfanken in kurze Impulse. Die ersten beiden Gatter IC 2 A und B sorgen mit ihren Schmitt-Trigger für einen für die nachfolgende Digital-schaltung eindeutig verarbeitbaren steilen

Flankenverlauf des Eingangssignals (Impulsformer).

Dieses steilflankige Signal wird nun auf die beiden Gatter IC 2 C und F verteilt, die über eine nachgeschaltete Kombination aus einem Kondensator und einem Widerstand einen kurzen Impuls erzeugen. Am Pin 9 von IC 2 D wird dabei ein negativer Impuls und am Pin 11 ein positiver Impuls erzeugt. Die Gatter IC 2 D und E sorgen dann nochmals für eine Invertierung der Signale, wobei durch die Schmitt-Trigger-Funktion zusätzlich wieder eine saubere, steilflankige Signalform entsteht.

Am Jumperfeld JP 1 bis JP 4 stehen nun für positive Eingangssignalfanken kurze positive Impulse und für negative Flanken kurze negative Impulse zur Verfügung. Damit lassen sich die beiden nachgeschalteten Monoflops ansteuern, die diese sehr kurzen Impulse in längere Impulse mit positiver und negativer Logik umformen, wobei die Impulslänge der beiden Ausgangsgruppen durch die RC-Glieder aus R 7 und C 7 (1. Kanal) bzw. R 3 und C 6 (2. Kanal) bestimmt wird. Für die Ausgangsgruppe 1 erfolgt über JP 1 und JP 2 die Auswahl, bei welchen Eingangsfanken ein Ausgangsimpuls erzeugt werden soll. An ST 4 und ST 5 steht dieser Ausgangsimpuls dann sowohl in positiver wie negativer Logik zur Verfügung. Bei der gewählten Dimensionierung ist die Länge des Ausgangsimpulses etwa 12 ms.

Der 2. Kanal wird in gleicher Weise über die Jumperfelder JP 3 und JP 4 angesteuert, wobei die Ausgangsimpulse mit der durch R 3 und C 6 bestimmten Breite an ST 6 und ST 7 anliegen.

Der Signalverlauf durch diese Schaltung ist beispielhaft für eine positive Flanke, die an ST 4 einen positiven Impuls

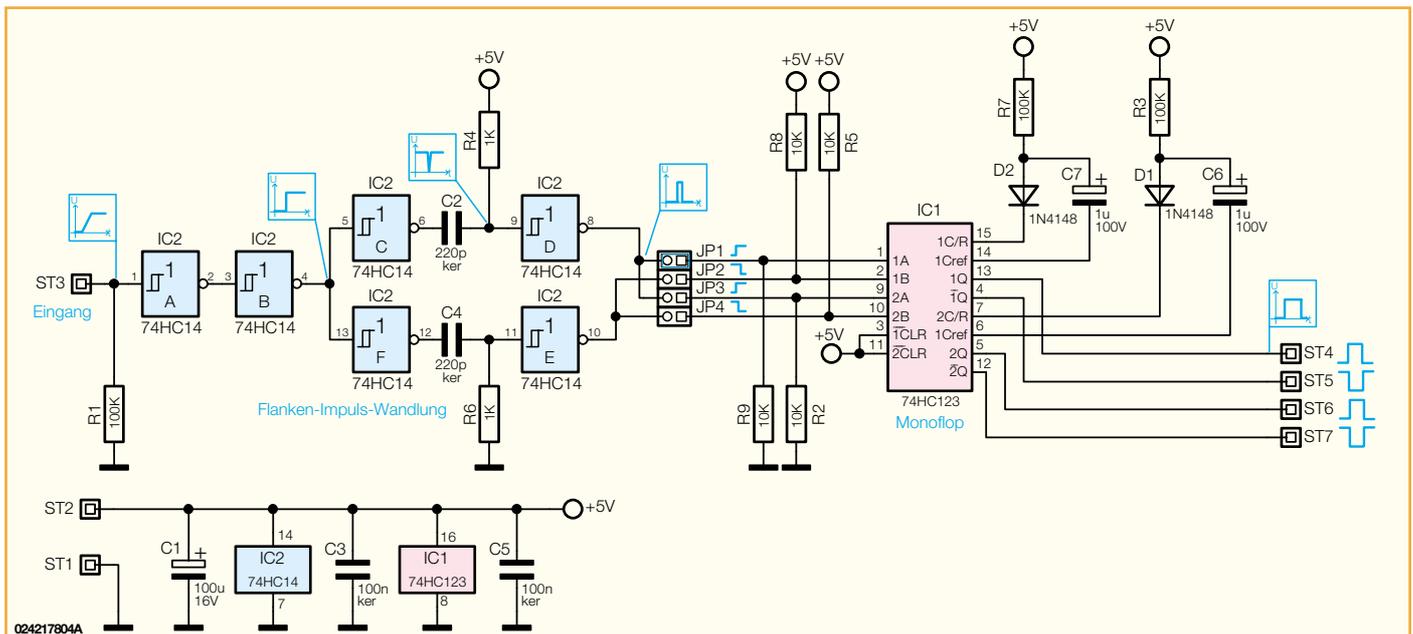
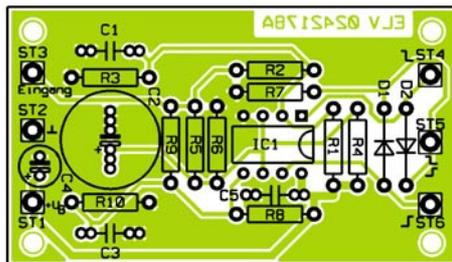
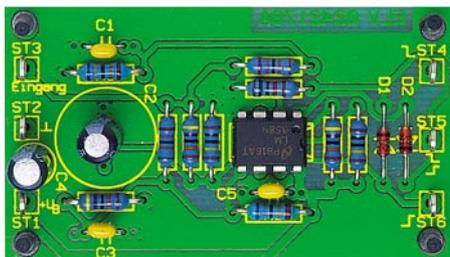


Bild 4: Schaltbild des digitalen Flankendetektors FDD 10



Ansicht der fertig bestückten Platine des analogen Flankendetektors FDA 10 mit zugehörigem Bestückungsplan

erzeugt, im Schaltbild skizziert. Die Widerstände R 2, R 5, R 8 und R 9 sorgen im Übrigen für definierte Pegel an den Eingängen von IC 1, wenn die zugehörigen Jumper nicht gesetzt sind.

Auch bei dieser Schaltung kann man über die Variation der zeitbestimmenden Bauteile eine Anpassung an eigene Anforderungen, etwa die Reaktion auf schnell aufeinander folgende Eingangssignale, vornehmen. Hinweise dazu sind in der Nachbauanleitung gegeben.

### Nachbau

Der Nachbau der Schaltungen erfolgt auf einseitig zu bestückenden Platinen mit bedrahteten Bauteilen, weshalb der Aufbau der Schaltungen auch für den Einsteiger geeignet ist. Der Betrieb der Platinen erfolgt ohne Gehäuse, da sie ja in der Regel innerhalb des damit zu ergänzenden Gerätes ihren Platz finden. Für den Labor- und Experimentierbetrieb sind in den Platinenecken Bohrungen zur Aufnahme von Gummifüßen vorhanden. Diese vermeiden Kurzschlüsse beim Betrieb und sorgen für einen sicheren Stand der Platine.

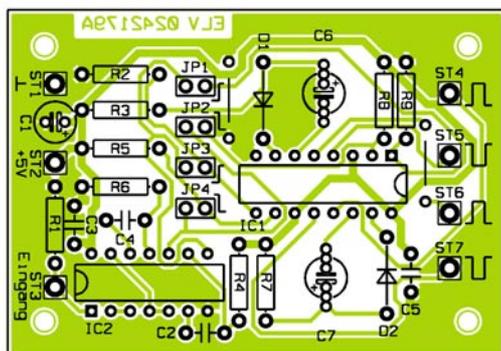
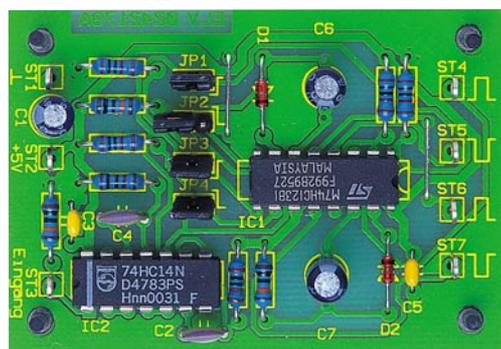
Die Bestückung der jeweiligen Platine beginnt mit den Drahtbrücken (nur FDD 10), den Widerständen, nachdem deren Anschlüsse auf das Rastermaß abgewinkelt wurden und den Kondensatoren (außer Elkos). Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite sind die überstehenden Anschlussdrähte unmittelbar über der Lötstelle mit einem Seitenschneider abzuschneiden.

Nun sind die Halbleiter, beginnend mit den Dioden (Farbring am Gehäuse ist die Katode) zu bestücken, gefolgt von den ICs (Gehäusekerbe muss mit der Markierung hierfür im Bestückungsdruck korrespondieren).

Nach den Jumpers sind jetzt noch die Lötösen zu bestücken, bevor als Letztes die Elkos folgen. Auch bei diesen ist auf das polrichtige Einsetzen zu achten (Minuspole am Gehäuse gekennzeichnet).

Soll die Baugruppe später im Laborbetrieb eingesetzt werden, sind die Gummifüße von unten in die Ecklöcher der Platine einzudrücken.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen und wir wollen noch einige Hinweise für mögliche Modifikationen geben.



Ansicht der fertig bestückten Platine des digitalen Flankendetektors FDD 10 mit zugehörigem Bestückungsplan

### Stückliste: Analoger Flankendetektor FDA 10

#### Widerstände:

10kΩ	.....	R7
270kΩ	.....	R2, R9
470kΩ	.....	R1, R5, R10
680kΩ	.....	R3, R8
1MΩ	.....	R4, R6

#### Kondensatoren:

100nF/ker	.....	C1, C3, C5
1µF/100V	.....	C2
10µF/63V	.....	C4

#### Halbleiter:

LM358	.....	IC1
1N4148	.....	D1, D2

#### Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse	.....	ST1-ST6
4 Gummi-Gehäusefüße, halbkonisch,		0,75 mm

### Stückliste: Digitaler Flankendetektor FDD 10

#### Widerstände:

1kΩ	.....	R4, R6
10kΩ	.....	R2, R5, R8, R9
100kΩ	.....	R1, R3, R7

#### Kondensatoren:

220pF/ker	.....	C2, C4
100nF/ker	.....	C3, C5
1µF/100V	.....	C6, C7
100µF/16V	.....	C1

#### Halbleiter:

74HC123	.....	IC1
74HC14	.....	IC2
1N4148	.....	D1, D2

#### Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse	.....	ST1-ST7
Stiftleiste, 1 x 2-polig	.....	JP1-JP4
4 Codierbrücken, RM 2,54 mm		
4 Gummi-Gehäusefüße, halbkonisch,		0,75 mm
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert		

Um eigene Dimensionierungen für andere Impulsbreiten zu erleichtern, sind die Bohrungen für C 1 bis C 3 beim FDA 10 und für C 6 und C 7 beim FDD 10 für eine universelle Bestückung mit Kondensatoren unterschiedlicher Rastermaße vorbereitet. Die Widerstandswerte der Zeitglieder sollten jedoch möglichst nicht oder nur geringfügig verändert werden. So kann man die Baugruppen, wie erwähnt, unterschiedlichen Einsatzzwecken anpassen.

