

Digitales Potentiometer

Dieses elektronische Potentiometer ist für vielfältige Einsatzmöglichkeiten sowohl im NF- als auch im HF-Bereich bis 2 MHz geeignet.

Allgemeines

Soll ein mechanisches Potentiometer oder ein Trimmer durch eine digital steuerbare Schaltung ersetzt werden, stehen hierfür verschiedene, meist jedoch recht aufwendige Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung. So kann das mechanische Potentiometer durch einen Getriebe- oder Schrittmotor bedient werden. Alternativ ist der Aufbau eines Binär-Abschwächers mit vielen Analog-Schaltern möglich, oder als

recht teure Lösung können Nutz- und Steuer-Signale mittels eines Analog-Multiplizierers miteinander multipliziert werden.

Allen vorstehend genannten Lösungen haftet aber der Nachteil an, daß sie sehr bauteilintensiv sind. Besteht zusätzlich noch die Forderung, daß der eingestellte Wert auch bei einem Stromausfall beibehalten werden muß, so erhöht sich außer bei der Motorpoti-Version der Materialeinsatz noch einmal erheblich.

Hier bietet nun die Firma XICOR mit ihren ICs der Reihe EEPOT X9Cxxx eine interessante Lösung an, die mit vergleichsweise geringem Aufwand realisierbar ist. Hierbei handelt es sich um digital gesteuerte Potentiometer in einem 8poligen Gehäuse mit 100 programmierbaren Schleiferstellungen und einem EEPROM, in dem die Schleiferstellung spannungsunabhängig abgespeichert werden kann. Abbildung 1 zeigt einen Überblick über das Innenleben dieses ICs.

Das Potentiometer wird aus 99 Widerständen mit einem Gesamtwiderstand von 1 k Ω , 10 k Ω , 50 k Ω oder 100 k Ω gebildet. Mittels 100 Schalttransistoren, die den „Schleifer“ des Potis bilden, wird eine von 100 Schleiferpositionen ausgewählt. Die Aktivierung eines Schalttransistors erfolgt dabei über einen 7-Bit-Auf-Abwärtszähler sowie einen „1 aus 100-Decoder“. Der Zustand des 7-Bit-Zählers kann auf einen bestimmten Befehl hin in einem nicht flüchtigen Speicher abgelegt werden.

Tabelle 1 gibt Aufschluß über die wichtigsten technischen Daten dieses ICs.

In den Abbildungen 2 und 3 sind der Frequenzgang und die harmonischen Verzerrungen grafisch dargestellt, woraus ersichtlich ist, daß das digitale Poti noch Frequenzen bis weit über 2 MHz gut verarbeitet.

Zur Steuerung des digitalen Potis dienen lediglich 3 Anschlüsse:

- \overline{CS} (Chip Select)
- \overline{INC} (increment)
- U/D (up/down)

Die Ansteuerung ist identisch mit der

Tabelle 1: Technische Daten des digitalen Potentiometers

• Low Power CMOS	
- Stromverbrauch aktiv	: max 3mA
- Stromverbrauch Standby	: max 500 μ A
• Spannungsversorgung	: 5V \pm 10%
• Analogeingangsspannung	: max \pm 5V
• Schleiferstrom	: max 1mA
• Datenerhalt	: 100 Jahre
• verschiedene Typen	
- X9C102	: 1 k Ω
- X9C103	: 10 k Ω
- X9C503	: 50 k Ω
- X9C104	: 100 k Ω

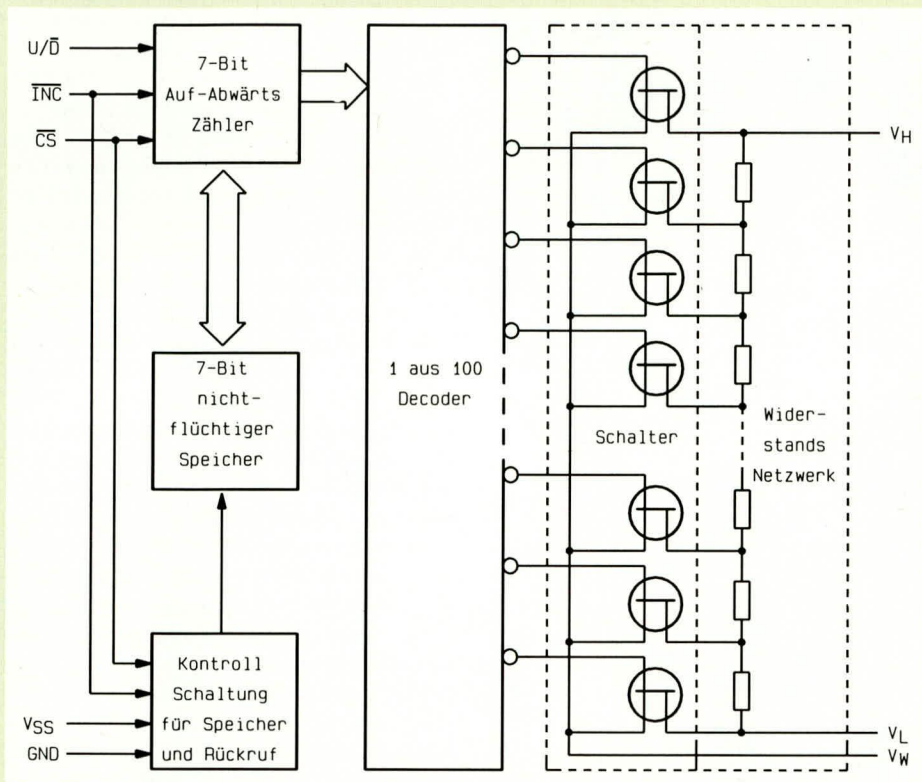


Bild 1: Innenleben des X9Cxxx

Schaltung

Kommen wir jetzt zur Schaltung unseres digitalen Potentiometers, die in Abbildung 4 dargestellt ist. Wird einer der beiden Taster TA 1 oder TA 2 betätigt, so wechselt der Ausgang des Gatters IC 1 A von „low“ nach „high“, wodurch der aus IC 1 B, R 3 und C 3 aufgebaute Oszillator mit 30 Hz zu schwingen beginnt. Außerdem wird über den verzögerten Inverter R 4, C 4 und IC 1 C die Freigabeleitung CS des EEPOT IC 2 auf Low-Pegel gezogen. Das IC 2 ist somit freigegeben und erhöht oder erniedrigt, je nachdem welcher Taster gedrückt ist, bei jeder negativen Flanke des Taktoszillators seinen internen Zähler und verschiebt somit die „Schleiferposition“ des Potis.

Die Entscheidung, ob aufwärts oder abwärts gezählt werden soll, ist durch die Verbindung des Steuerpins U/D des IC 2 direkt mit TA 1 festgelegt. Durch Drücken dieses Tasters wird auch der U/D Pin 2 auf Low-Pegel gesetzt, und der Zähler zählt abwärts.

Nach Loslassen von TA 1 wechselt der Ausgang von IC 1 A zurück auf Low-

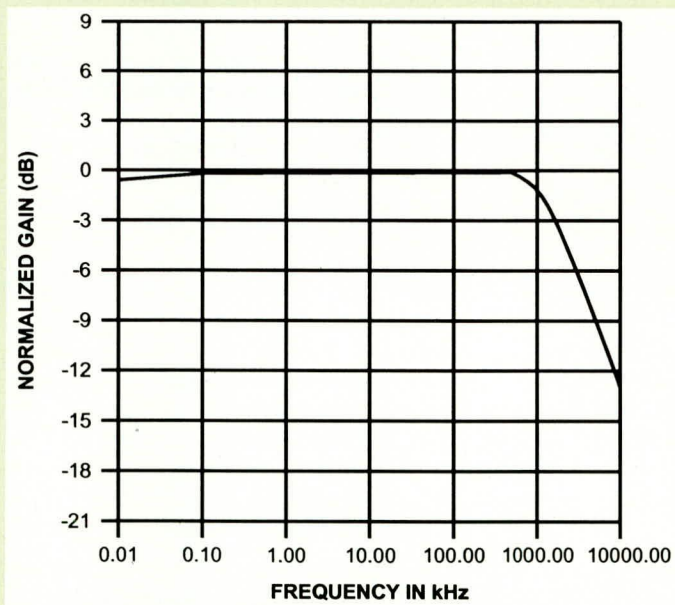


Bild 2: Frequenzgang des X9C102

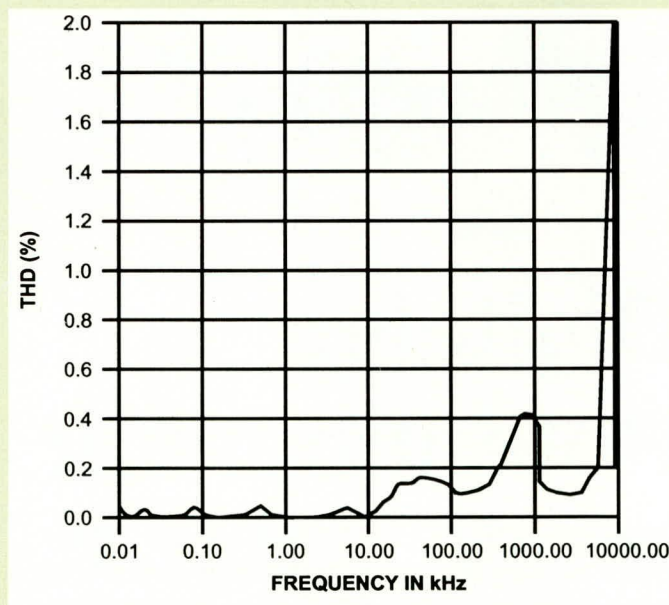


Bild 3: harmonische Verzerrungen des X9C102

von TTL-Auf-/Abwärtszählern bekannten Weise. Sofern CS Low-Potential führt, wird mit jeder negativen Flanke von INC der Zähler um 1 erhöht (U/\bar{D} = „high“) oder erniedrigt (U/\bar{D} = „low“).

Soll der momentane Zählerstand gespeichert werden, muß während der positiven Flanke des CS-Signals der INC-Eingang auf High-Pegel gehalten werden. In Tabelle 2 sind diese Betriebsarten noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 2: Mode-Selection			
\overline{CS}	\overline{INC}	U/\bar{D}	Mode
L		H	Wiper Up
L		L	Wiper Down
	H	X	Store Wiper Position
H	X	X	Standby Current
	L	X	No Store, Return to Standby

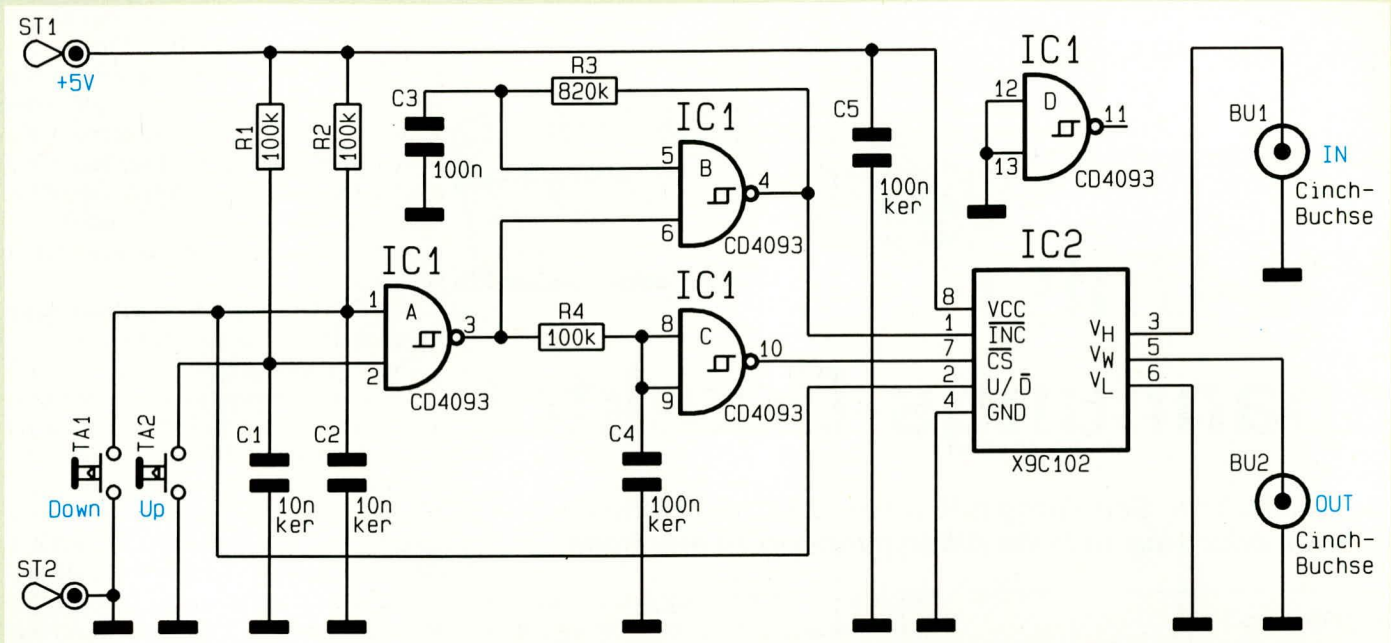


Bild 4: Schaltbild des digitalen Potentiometers

Potential, und der Oszillator stoppt. Durch die Verzögerung mit R 4, C 4 wechselt der CS-Eingang (Pin 7) erst ca. 10 ms nach Loslassen dieses Tasters seinen Zustand von „low“ nach „high“. Da der INC-Eingang (Pin 1) inzwischen High-Potential angenommen hat, wird somit der Schreib-Modus des IC 2 aktiviert und der Zählerzustand nicht flüchtig gespeichert.

Aufgrund der guten Gleichlauf-eigenschaften von ICs gleichen Typs untereinander ist der Einsatz auch in Stereo-Anwendungen möglich. Hierzu braucht die Ansteuerschaltung nur einfach vorhanden zu sein, d. h. die Anschlußbeinchen 1, 2, 4, 7 und 8 eines zweiten Potentiometer-ICs liegen parallel zum ersten.

Um eine möglichst gute Übersprechdämpfung zu erzielen, wird der Anschluß-

Pin 6 des zusätzlichen ICs räumlich möglichst nahe der Signalmasse des einzustellenden Signals angeschlossen, während Pin 3 den Eingang und Pin 5 den Ausgang des zweiten Kanals darstellen.

Das zusätzliche IC kann entweder auf eine zweite Leiterplatte aufgebaut werden, bei der dann die Ansteuerschaltung fehlt, oder aber auch auf eine eigens dafür selbst-erstellten Platine.

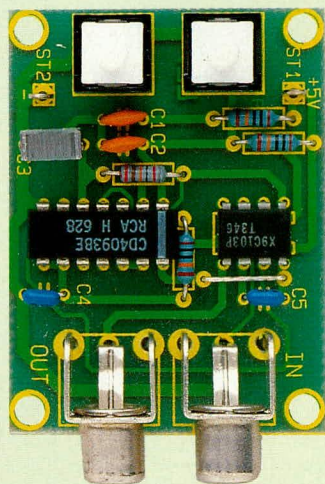
Nachbau und Inbetriebnahme

Wir beginnen den Aufbau in bewährter Weise anhand des Bestückungsplanes mit dem Einsetzen der Drahtbrücken und den 4

Widerständen. Nachdem diese Bauelemente ordnungsgemäß eingesetzt und verlötet wurden, folgen die 5 Kondensatoren, die beiden Taster sowie die beiden Cinch-Buchsen. Den Abschluß der Arbeiten bildet das Einsetzen und Verlöten der beiden ICs sowie der Lötstifte ST 1 und ST 2.

Nach nochmaliger Durchsicht der fertig bestückten Platine auf eventuelle Lötbrücken kommen wir zur Inbetriebnahme, indem an ST 1 die positive 5 V-Versorgungsspannung und an ST 2 die Masse angeschlossen wird.

Beim Betrieb des digitalen Potentiometers darf die Eingangsspannung an den Cinch-Buchsen den Wert von ± 5 V nicht überschreiten, und der Strom durch das digitale Poti darf nicht mehr als 1 mA betragen. **ELV**



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte

Stückliste: Digitales Potentiometer

Widerstände:

100k Ω R1, R2, R4
820k Ω R3

Kondensatoren:

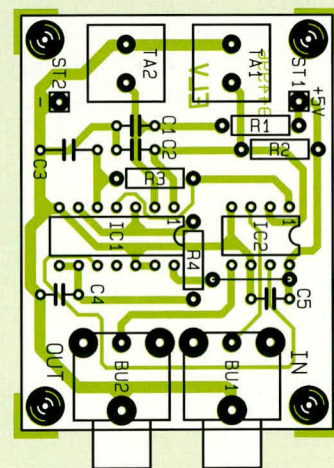
10nF/ker C1, C2
100nF/ker C4, C5
100nF C3

Halbleiter:

CD4093 IC1

Sonstiges:

Cinchbuchse, print BU1, BU2
Print-Taster, weiß TA1, TA2
Lötstifte mit Lötöse ST1, ST2



Bestückungsplan des digitalen Potentiometers