

# Erzeugung der negativen Betriebsspannung für Operationsverstärker aus der positiven Betriebsspannung für Digital Schaltkreise

Bei der Kopplung von Schaltungen der Mikrorechentechnik mit der „natürlichen“ Umwelt kommen häufig analoge Schaltungsteile zum Einsatz. Bei weitgehender Digitalisierung werden diese Schaltungen hinsichtlich ihrer Komplexität beschränkt bleiben und mitunter nur einige Operationsverstärker umfassen. Aus konstruktiven Gesichtspunkten heraus erweist es sich häufig als günstig, diese Schaltungsteile auf der Leiterplatte der zugehörigen digitalen Baugruppe unterzubringen. Bei geringem Leistungsbedarf des analogen Schaltungsteiles kann die erforderliche negative Betriebsspannung für die Operationsverstärker auf einfache Weise aus der positiven Betriebsspannung der digitalen Baugruppe abgeleitet werden.

Nach einem Schaltungsvorschlag in [1] sind für eine derartige Schaltung nur ein CMOS-Schaltkreis und sechs diskrete Bauelemente erforderlich. Die verwendete Schaltungsstruktur zeigt Bild 1. Aus zwei CMOS-Invertern wird ein konventioneller RC-Oszillator gebildet, der bei der angegebenen

Beschaltung etwa mit einer Frequenz von 10 kHz schwingt. Vier CMOS-Inverter sind zur Erhöhung der Ausgangsbelastbarkeit (Ausgangslastfaktor) parallelgeschaltet. Liegen die Inverterausgänge auf H, lädt sich die Kapazität  $C_1$  über die Diode  $VD_1$  auf. Beim Umschalten dieser Ausgänge auf L erfolgt zwischen den Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  über die nun

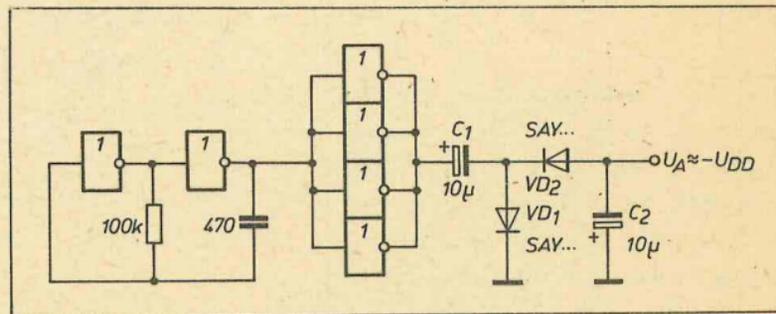


Bild 1: Schaltung zur Erzeugung einer negativen Betriebsspannung

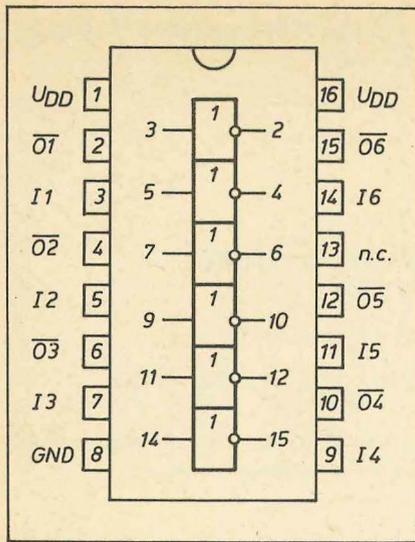


Bild 2: ▲ Innenschaltung und Anschlußbelegung des Schaltkreises CD 4009 (identisch mit CD 4049, jedoch Pin 16 n.c.)

Bild 3: Innenschaltung, Anschlußbelegung und Wahrheitstabelle des Schaltkreises U 40098 D

$i = (1, 2, 3, 4)$ ;  $j = (5, 6)$ ; h = hochohmig

$\overline{CE2}$	$\overline{CE4}$	$\overline{O1}$	$\overline{Oj}$
L	L	$\overline{li}$	$\overline{lj}$
L	H	h	$\overline{lj}$
H	L	$\overline{li}$	h
H	H	h	h

leitende Diode  $VD_2$  ein Ladungsausgleich. Im unbelasteten Zustand bildet sich damit über der Kapazität  $C_2$  eine betragsmäßig etwa der Betriebsspannung gleiche Spannung mit dem umgekehrten Vorzeichen. Da die Spannungsabfälle über den Dioden und Ausgangstransistoren der Inverter stromabhängig sind, wird die Ausgangsspannung mit der Belastung sinken.

Untersucht wurden die Eigenschaften der Schaltung nach Bild 1 mit den Schaltkreisen CD 4009 (RCA) und U 40098 (Zentrum für Forschung und Technologie Mikroelektronik Dresden, s. a. [2]). Beide Schaltkreise beinhalten sechs Inverter, wobei der U 40098 als Treiber konzipiert ist. Innenschaltung und Anschlußbelegung sind den Bildern 2 und 3 zu entnehmen. Die Wirkung der Eingänge  $\overline{CE2}$  und  $\overline{CE4}$  ist Bild 3 zu entnehmen. Die Betriebsspannung des CMOS-Schaltkreises wurde im Bereich  $5V \leq U_{DD} \leq 15V$  variiert,

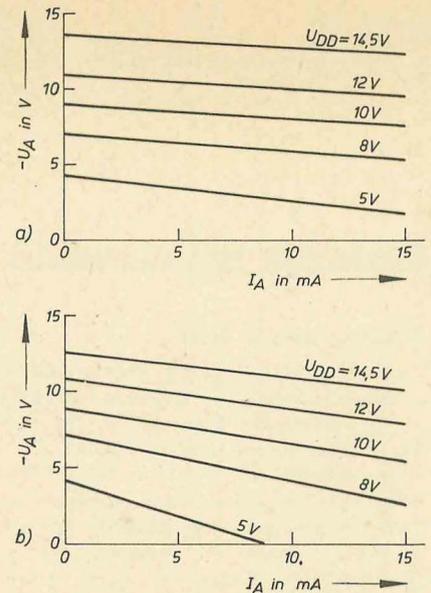
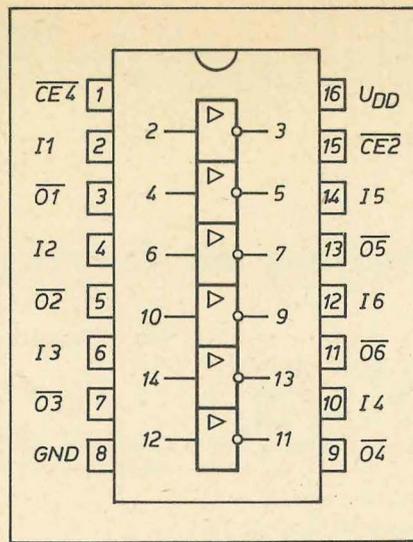


Bild 4: Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Belastung. a) U 40098 D (ZFTM), b) D 4009 (RCA)

wodurch der typische Betriebsspannungsbereich für digitale Schaltungen auf der Basis von CMOS und TTL erfaßt ist. Die erzeugte Ausgangsspannung ist in Abhängigkeit von der Belastung im Bild 4 (a) U 40098 D, (b) CD 4009 dargestellt. Die Beschaltung war in beiden Fällen durch die gleichen diskreten Bauelemente gebildet. Die höhere Ausgangsbelastbarkeit des Schaltkreises U 40098 D wird durch die Meßwerte unterstrichen. Die maximale Ausgangsspannungswelligkeit lag bei beiden Schaltungen um etwa 100 mV im Falle der maximalen Belastung.

Claus Kühnel

#### Literatur

- [1] Ramm, G.: Gleichspannungsinvertierung mit CMOS-Gatter. Elektronik, München 30 (1981) 14, S. 76
- [2] Halbleiterinformationen 193: CMOS-Treiberschaltkreis U 40098 D. radio fernsehen elektronik, Berlin 32 (1983) 6, S. 369 und 370