

Dreieinhalbstellige monolithische A/D-Wandler

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	ICL 7106		ICL 7107		Einheit
		min.	max.	min.	max.	
Versorgungsspannung	+ U _S	0	15	0	6	V
	- U _S	-	-	9	0	V
Eingangsspannung (jeder Eingang)	U _I		+ U _S	- U _S	+ U _S	
Referenzspannung (jeder Eingang)	U _{Ref}		+ U _S	- U _S	+ U _S	
Takteingangsspannung	U ₄₀		+ U _S	- U _S	+ U _S	
Verlustleistung ¹⁾	P _{tot}		1000		1000	mW
Keramikgehäuse			800		800	mW
Plastikgehäuse			70		70	°C
Arbeitstemperatur	δ _B	0	70	0	70	°C

¹⁾ alle Anschlüsse müssen eingelötet sein

Kennwerte (δ = 25 °C, f = 48 kHz)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Gleichtaktspannungs- unterdrückung über den Eingangsspannungsbereich bei f _i = 60 Hz	CMR		50 · 10 ⁻⁶		-
Rauschspannung bei U _I = 0 V	U _r		15		μV _{SS}
Eingangsleckstrom bei U _I = 0 V	I _{IO}		1	10	pA
Drift der Nullanzeige bei U _I = 0 V im Bereich 0 ... 70 °C	U _O		0,2	1	μVK ⁻¹
Temperaturkoeffizient des Maßstabsfaktors bei U _I = 199 mV im Bereich 0 ... 70 °C (externe Referenz 0 ppmK ⁻¹)	TK _{MF}		1	5	ppmK ⁻¹
Stromaufnahme (ohne LED-Strom) bei U _I = 0 V	I _S		0,8	1,8	mA
Spannung am Anschluß „Analog Common“ (relativ zu + U _S) mit R = 25 kΩ gegen + U _S	U ₃₂	- 2,4	- 2,8	- 3,2	V
Temperaturkoeffizient der Spannung am Anschluß „Analog Common“ mit R = 25 kΩ gegen + U _S	TK ₃₂		80		ppmK ⁻¹
Spannungshub der Segmenttreiber ¹⁾ bei ICL 7106 mit -U _S = +U _S = 9 V	U _O	4	5	6	V
Spannungshub des „Backplane“- Treibers bei ICL 7106 mit -U _S = +U _S = 9 V	U _O	4	5	6	V
Segmentstrom (außer Pin 19) bei ICL 7107 mit + U _S = 5 V und 3 V Segmentspannung	I _{LED}	5	8		mA
Segmentstrom Pin 19 bei ICL 7107 mit + U _S = 5 V und 3 V Segmentspannung	I ₁₉	10	16		mA

¹⁾ Die „Backplane“-Spannung ist gleichphasig mit der Segmentspannung bei ausgeschaltetem Segment. Sie ist gegenphasig bei eingeschaltetem Segment. Die Frequenz entspricht dem Zwanzigfachen der Wandlungsrate. Der mittlere Gleichspannungsanteil ist geringer als 50 mV.

Bestellinformation

Typ	Lieferumfang	Bestellnummer
ICL 7106	IS im Keramik-DIP-Gehäuse	ICL 7106 CDL
ICL 7106	IS im Plastik-DIP-Gehäuse	ICL 7106 CPL
ICL 7107	IS im Keramik-DIP-Gehäuse	ICL 7107 CDL
7106 Kit	s. Kurzcharakteristik	FU 7106
7107 Kit	s. Kurzcharakteristik	FU 7107

Kurzcharakteristik

- Monolithische CMOS-A/D-Wandler des integrierenden Typs
- Alle notwendigen aktiven Elemente, wie BCD/Siebensegment-Dekodierer, Display-Treiberstufen, Referenzspannung und Takterzeugung auf dem Chip realisiert
- ICL 7106 für Flüssigkristallanzeige
- ICL 7107 für Siebensegment-LED
- Hohe Genauigkeit durch automatischen Nullabgleich bis auf weniger als 10 μV, Nullpunktdrift von weniger als 1 μV K⁻¹, Reduzierung des Eingangsstroms auf 1 pA (typisch) und Begrenzung des „Roll-Over“-Fehlers auf weniger als eine Stelle
- Hohe Flexibilität durch Differenzeingänge für Eingangs- und Referenzspannung. Dadurch z. B. Brückenmessungen, wie bei der Verwendung von Dehnungsmeßstreifen möglich
- Extern werden mindestens sieben passive Elemente, die Anzeige und eine Versorgungsspannung benötigt, um ein komplettes Digitalvoltmeter zu realisieren.
- Bereitstellung im 40poligen Keramik-DIP- oder Plastik-DIP-Gehäuse (Lagertemperatur - 65 ... 150 °C) oder als Kit
- Das Kit enthält IS, Display, externe passive Elemente sowie eine Leiterplatte.
- Echte Polaritätsmessung
- Direkte Displayansteuerung
- Bei Eingangsspannung null zeigen alle Stellen eine Null an
- „Roll-Over“-Fehler: Abweichung der Anzeige bei Umpolung der Eingangsspannung

Anschlußbelegung

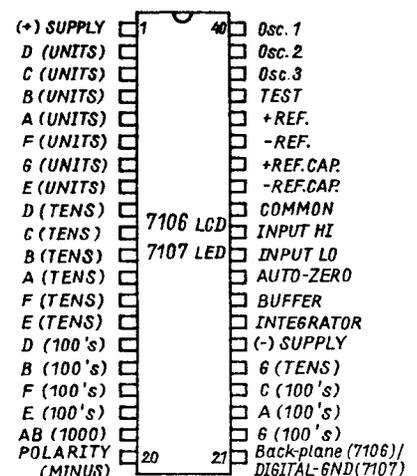


Bild 1: Pinbelegung

Typische Beschaltung

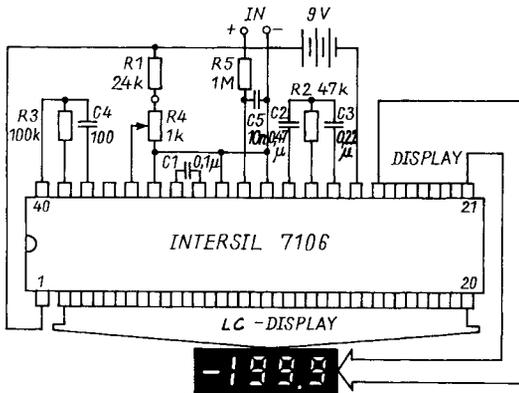


Bild 2: Beschaltung für ICL 7106 (LC-Display)

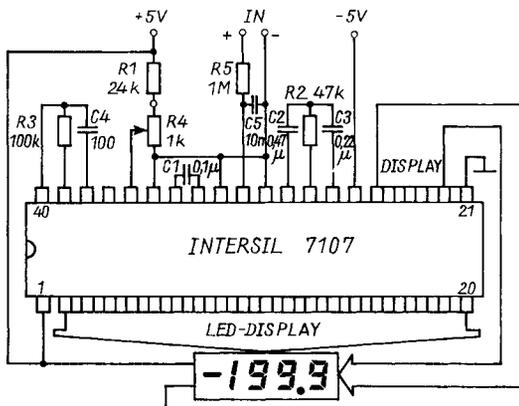


Bild 3: Beschaltung für ICL 7107 (LED-Display)

Gehäuseabmessungen

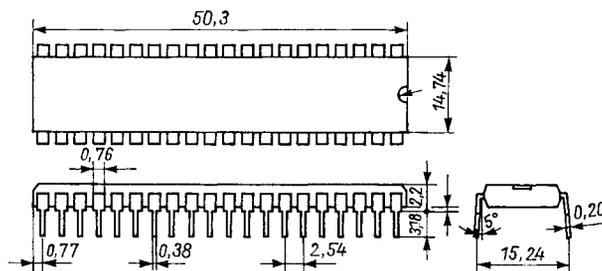


Bild 4: Abmessungen für das Plastikgehäuse

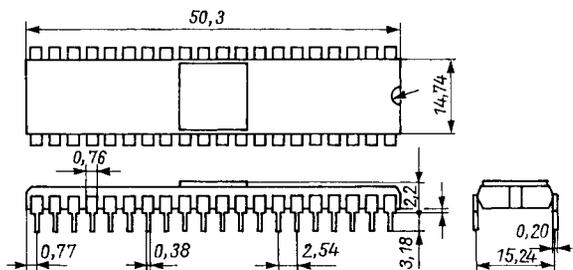


Bild 5: Abmessungen für das Keramikgehäuse

Analogteil

Jeder Meßzyklus ist in drei Phasen aufgeteilt, die nachfolgend näher beschrieben werden.

• Automatischer Nullabgleich

Die Differenzeingänge für das Signal werden intern unterbrochen und mit „Analog Common“ kurzgeschlossen. Der Kondensator zwischen Pin 33 und 34 lädt sich auf die Referenzspannung auf. Eine Rückkopplungsschleife zwischen Komparatorausgang und invertierendem Eingang des Integrators wird geschlossen, um den Kondensator an Pin 29 derart aufzuladen, daß die Spannung an ihm die Offsetspannungen von Eingangverstärker, Integrator und Komparator kompensiert. Die Genauigkeit ist nur durch das Rauschen begrenzt.

• Signalintegration

Die Rückkopplung und die internen Kurzschlüsse werden aufgehoben, der Eingang mit den externen Anschlüssen verbunden. Das System integriert die Signal-Eingangsspannung, die im gesamten Gleichtaktspannungsbereich liegen kann, für ein festes Zeitintervall. Wenn das Eingangssignal keinen Bezug zur Spannungsversorgung hat, können Pin 30 und Pin 32 verbunden werden, um die korrekte Gleichspannung zu erhalten. Schließlich wird die Polarität des Eingangssignals bestimmt.

• Referenzintegration

Die Pins 30 und 32 werden intern verbunden, und Pin 31 wird intern an den aufgeladenen Kondensator an Pin 29 gelegt. Eine Logik sorgt dafür, daß dieser Kondensator bei korrekter Polarität mit dem Eingang verbunden wird, um die Integration in Richtung 0 V durchzuführen. Die Zeit, die dafür benötigt wird, ist proportional zum Betrag der Eingangsspannung.

Signaleingang

An diesen Differenzeingang (Pin 30, 31) können Spannungen innerhalb des Gleichtaktspannungsbereichs des Eingangverstärkers angelegt werden. Im Eingangsspannungsbereich von 0,5 V unter $-U_S$ und 1 V über $+U_S$ besitzt das System eine Gleichtaktspannungsunterdrückung von typisch 86 dB.

Da jedoch der Integratorausgang auch Spannungen im Gleichtaktspannungsbereich liefern kann, muß dafür gesorgt werden, daß er nicht in die Sättigung gerät. Der schlechteste Fall ist der, bei dem eine hohe positive Gleichtaktspannung, verbunden mit einer negativen Differenzeingangsspannung, im Bereich des Endwerts am Eingang liegt.

Die negative Differenzeingangsspannung treibt den Integratorausgang dann zusätzlich zu der positiven Gleichtaktspannung weiter in Richtung positive Versorgungsspannung.

Bei einer solch kritischen Anwendung kann die Ausgangsamplitude des Integrators ohne großen Genauigkeitsverlust von empfohlenen 2 V auf einen geringen Wert reduziert werden.

Ohne Verlust an Linearität darf der Integratorausgang bis auf 0,3 V an jede Versorgungsspannung herankommen.

Referenzeingang

Die Referenzspannung am Differenzeingang Pin 35, 36 kann innerhalb des Speisespannungsbereichs liegen. Hauptursache eines Gleichtaktspannungsfehlers ist ein „Roll-Over“-Fehler, der dadurch entsteht, daß der Kondensator an Pin 33, 34 durch Streukapazitäten beeinflusst wird.

Der Fehler läßt sich bis auf weniger als eine halbe Stelle reduzieren, indem man die Kapazität groß genug wählt.

Eingang „Analog Common“

Dieser Anschluß (Pin 32) ist in erster Linie dafür vorgesehen, die Gleichtaktspannung für den Batteriebetrieb (ICL 7106) oder für ein System mit – relativ zur Versorgungsspannung – „schwimmenden“ Eingängen zu bestimmen. Die Spannung an diesem Pin liegt typisch 2,8 V unterhalb der positiven Versorgungsspannung. Dieser Wert wurde deshalb so gewählt, damit auch bei entladener Batterie eine ausreichende Versorgung (6 V) gewährleistet ist.

Darüber hinaus hat dieser Anschluß eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Referenzspannungsquelle. Ist nämlich die Versorgungsspannung groß genug, um die Regeleigenschaften der internen Z-Diode auszunutzen (etwa 7 V), so besitzt die Spannung an Pin 32 einen niedrigen Spannungskoeffizienten, geringe Impedanz (etwa 15 Ω) und einen typischen Temperaturkoeffizienten von nur 80 ppm K^{-1} . Diese Referenz ist nur begrenzt nutzbar. Beim ICL 7107 kann die interne Erhitzung durch die LED-Treiberströme die Eigenschaften verschlechtern. Das Keramikgehäuse ist dem Plastikgehäuse vorzuziehen. Bei externer Referenz (Bild 6) treten auch beim ICL 7107 CPL keine Probleme auf.

Wird der Anschluß 30 nicht mit Pin 32, sondern mit einer anderen Spannung verbunden, kompensiert die ausgezeichnete Gleichtaktunterdrückung des Systems die sich ergebende Gleichtaktspannung. Liegt Pin 30 an einer festen Spannung bezüglich U_S , sollte man Pin 32 ebenfalls anschließen und so die Gleichtaktspannung eliminieren. Gleiches gilt für die Referenzspannung. Intern ist Pin 32 mit einem N-Kanal-FET verbunden, der in der Lage ist, das Potential auch bei Strömen über 30 mA 2,8 V unter der Versorgungsspannung zu halten. Andererseits liefert dieser Anschluß nur 10 μA als Ausgangsstrom.

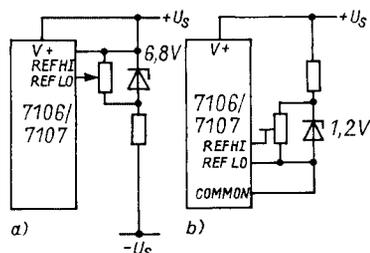


Bild 6: Externe Referenzzeugung bei dualer (a) und einfacher (b) Speisespannung

Anschluß „Test“

Dieser Anschluß (Pin 37) hat zwei Funktionen. Beim ICL 7106 ist er über einen Widerstand 500 Ω mit der intern erzeugten Versorgungsspannung für das Digitalteil verbunden. Daher kann er die negative Versorgungsspannung für zusätzliche externe Segmenttreiber (z. B. Dezimalpunkte) liefern (Bild 7).

Die zweite Funktion ist die des Lampentests. Wird Pin 37 mit + U_S verbunden, so zeigt das Display „- 1888“. Vorsicht: Beim ICL 7106 liegt dann an den Segmenten eine Gleichspannung (keine Rechteckspannung). Daher kann das Display bereits nach einigen Minuten zerstört werden.

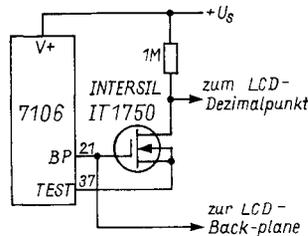


Bild 7: Einfacher Inverter zur festen Dezimalpunktsteuerung

Digitalteil

Beim ICL 7106 wird der interne Bezug der Versorgungsspannung durch eine 6-V-Z-Diode und einen P-Kanal-Sourcefolger großer Geometrie gebildet. Diese Versorgung ist stabil genug, um die relativ großen Ströme zu liefern, die die kapazitätsbehaftete rückwärtige Ebene des LCD-Displays benötigt.

Die Frequenz der Rechteckspannung, mit der diese Ebene angesteuert wird, ergibt sich durch Teilung der Taktfrequenz durch 800. Bei empfohlenen 50 kHz Taktfrequenz ergeben sich also 62,5 Hz; die nominelle Amplitude ist 5 V. Bei ausgeschalteten Segmenten ist dieses Signal in Phase mit dem Backplane-Signal, bei eingeschalteten Segmenten gegenphasig. Die Gleichspannung über den Segmenten ist stets vernachlässigbar gering.

Der ICL 7107 unterscheidet sich vom ICL 7106 dadurch, daß die regulierte Versorgung und das Backplane-Signal fehlen und der Segmenttreiberstrom von 2 mA auf 8 mA erhöht wurde. Da der Treiber der höherwertigsten Stelle (Pin 19) den Strom von zwei Segmenten aufnehmen muß, besitzt er die entsprechende Leistungsfähigkeit (16 mA).

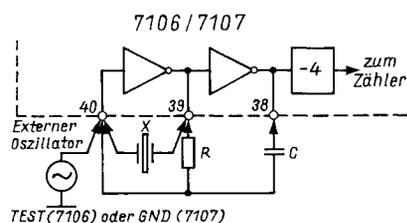


Bild 8: Mögliche Beschaltungen für den Taktgenerator

Takterzeugung

Es können grundsätzlich drei Methoden verwendet werden (Bild 8):

- **Externer Oszillator an Pin 40**
- **Quarz zwischen Pin 39 und 40**
- **RC-Oszillator (Pin 38, 39, 40)**

Die Oszillatorfrequenz wird durch 4 geteilt, bevor sie als Takt für die Dekadenzähler benutzt wird. Sie wird dann weiter geteilt, um die drei Zyklusphasen abzuleiten.

Für die Signale, die niedriger sind als der Eingangsbereichswert, wird für den automatischen Nullabgleich der nicht benötigte Teil der Referenzintegrationsphase benutzt. Ein Meßzyklus umfaßt damit 4000 interne bzw. 16000 externe Taktperioden. Dies ist unabhängig von der Größe der Eingangsspannung. Für etwa drei Messungen je Sekunde wird man daher den Taktgenerator für ungefähr 50 kHz dimensionieren.

Für eine maximale Unterdrückung von durch das Netz verursachten Störspannungen sollte das Integrationsintervall so gewählt werden, daß es einem Vielfachen der Netzfrequenzperiode entspricht. Geeignete Taktfrequenzen sind 200 kHz (≈ 20 ms), 100 kHz (≈ 40 ms), 50 kHz (≈ 80 ms) und 40 kHz (≈ 100 ms). Es sei darauf hingewiesen, daß bei letzterem Wert nicht nur die Störfrequenz 50 Hz, sondern auch die Frequenzen 60 Hz, 400 Hz und 440 Hz unterdrückt werden.

Applikationshinweise

Die folgenden Ausführungen zu den externen Komponenten und zur Spannungsversorgung enthalten Informationen für den Einsatz der IS.

• Widerstand an Pin 28

Sowohl der Eingangverstärker als auch der Integrator besitzen eine Ausgangsstufe der Klasse A mit 100 μA Ruhestrom. Sie sind in der Lage, 20 μA Strom mit vernachlässigbarer Nichtlinearität zu liefern. Der Widerstand für den Integrator sollte hoch genug gewählt werden, um Linearität für den gesamten Eingangsspannungsbereich zu gewährleisten. Andererseits muß er niedrig genug sein, um den Einfluß nicht vermeidbarer Leckströme auf der Leiterplatte zu unterbinden. Für 2 V Eingangsspannungsbereich wird ein Wert von 470 k Ω , für 200 mV ein Wert von 47 k Ω empfohlen.

• Kondensator an Pin 27

Dieser Kondensator beeinflusst zusammen mit dem Widerstand die Integrationszeit. Er sollte so bemessen werden,

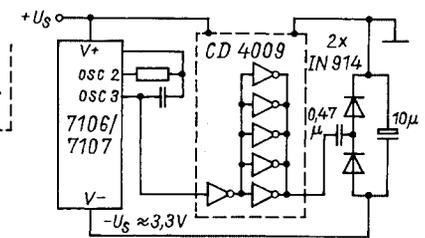


Bild 9: Einfache Erzeugung einer negativen Versorgungsspannung

Applikationsschaltungen

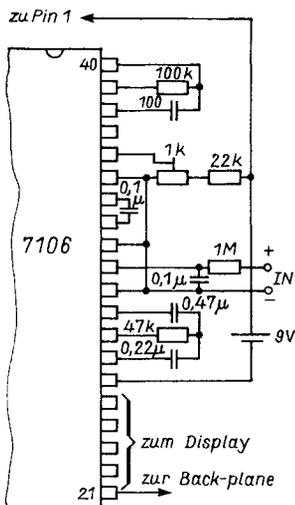


Bild 10: ICL 7106 mit interner Referenz. Externe Bauelemente für 200 mV Meßbereich, 3 Messungen/s und 9V Batterie-Versorgungsspannung

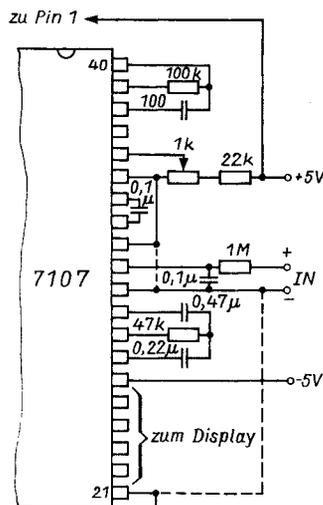


Bild 11: ICL 7107 mit interner Referenz. Meßbereich 200 mV bei 3 Messungen/s. „IN L0“ wird bei „schwimmenden“ Eingängen mit „COMMON“, bei Verzicht auf den Differenzeingang mit „GND“ verbunden.

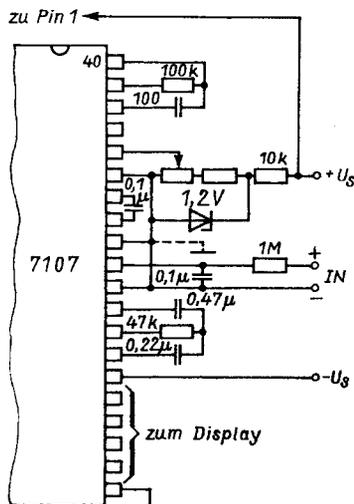


Bild 12: ICL 7107 mit externer 1,2-V-Referenz. Die Eingangsspannung kann „schwimmen“. Bei gemeinsamem Bezugspotential von Eingangs- und Versorgungsspannung kann „COMMON“ mit „GND“ verbunden werden.

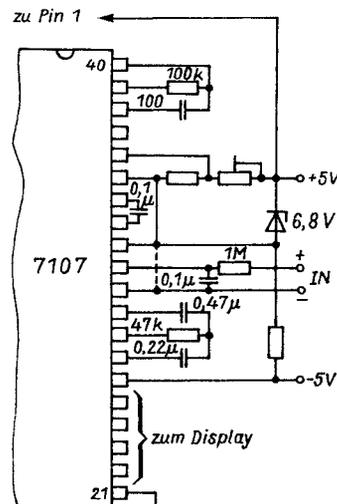


Bild 13: ICL 7107 mit Z-Diode als Referenz. Bei der hier verwendeten Z-Spannung von 6,8V ist der Temperaturkoeffizient minimal. Wie bei Bild 11 kann „IN L0“ entweder mit „COMMON“ oder mit „GND“ verbunden werden.

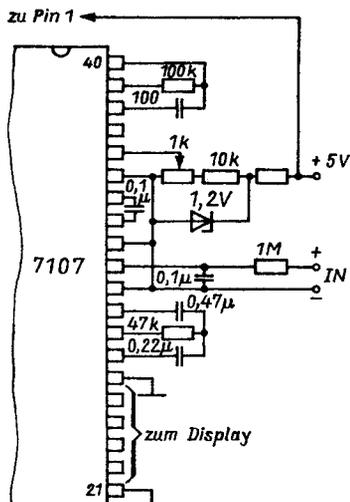


Bild 14: Betrieb des ICL 7107 mit +U_S = 5V. Für korrekte Funktion der internen Referenz unzureichend

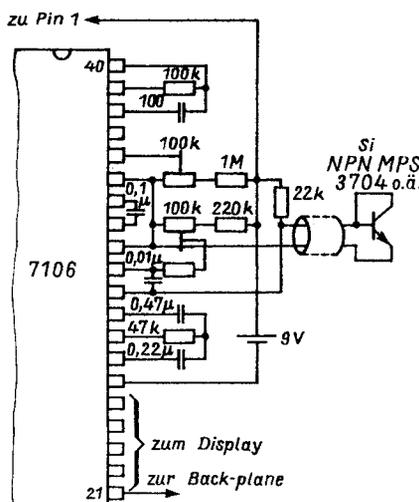


Bild 15: ICL 7106 als Digitalthermometer. Ausgenutzt wird der Temperaturkoeffizient des Si-Transistors.

daß der Ausgang des Integrators nicht in die Sättigung kommt (0,3 V Abstand von beiden Versorgungsspannungen).

Bei Benutzung der „internen Referenz“ ist ein Spannungshub von ±2 V am Integratorausgang optimal. Beim ICL 7107 mit ±5 V Versorgungsspannung und Pin 32 an Masse ist eine Amplitude von maximal ±4 V möglich. Für drei Messungen je Sekunde werden die Kapazitätswerte 220 nF (ICL 7106) und 100 nF (ICL 7107) empfohlen. Ausführungen mit geringen dielektrischen Verlusten (z. B. Polypropylen-Kondensatoren) garantieren einen minimalen „Roll-Over“-Fehler.

• Kondensator an Pin 29

Der Wert dieses für den automatischen Nullausgleich erforderlichen Bauelements hat Einfluß auf das Rauschen. Für 200 mV Eingangsspannungsbereichswert – hierbei ist geringes Rauschen besonders wichtig – wird ein Wert von 0,47 µF empfohlen. Bei 2 V Endwert eignen sich 47 nF besser, um die Erholzeit von Überspannungsbedingungen am Eingang zu reduzieren.

• Kondensator an Pin 33, 34

Für diesen „Referenzkondensator“ zeitigt ein Wert von 0,1 µF in den meisten Anwendungen die besten Ergebnisse. In solchen Fällen, bei denen eine relativ hohe Gleichtaktspannung anliegt, z. B. wenn Pin 30 nicht mit Pin 32 verbunden ist, muß bei 200 mV Eingangsspannungsbereichswert ein größerer Wert gewählt werden, um den „Roll-Over“-Fehler gering zu halten. Ein Kondensator von 1 µF garantiert in diesen Fällen einen Fehler von weniger als einem halben Digit.

• Oszillatorbeschaltung

Für alle Frequenzen sollte man einen Widerstand von 100 kΩ wählen. Die Kapazität ergibt sich nach der Beziehung

$$f = \frac{0,45}{RC}$$

• Referenzspannung

Um den Bereichswert von 2000 internen Taktperioden zu erreichen, muß eine Eingangsspannung vom doppelten Wert der Referenzspannung anliegen. Diese muß daher für 200 mV Eingangsspannungsbereich zu 100 mV, für 2 V Eingangsspannungsbereich zu 1 V gewählt werden.

In manchen Anwendungen jedoch, vor allem da, wo der A/D-Wandler mit einem Sensor verbunden ist, existiert ein anderer Skalierungsfaktor als 1 zwischen Eingangsspannung und digitaler Anzeige. In einem Wägesystem z. B. kann der Entwickler Vollausschlag wünschen, wenn die Eingangsspannung 0,682 V beträgt. Statt eines Vorteilers benutzt man in diesem Fall besser eine Referenzspannung von 0,341 V. Geeignete Werte für die Integrationselemente sind 120 kΩ und 220 nF.

Für die Bereitstellung der Datenunterlagen sei der Völkner electronic GmbH & Co. KG gedankt, die die IS zum Preis von je 9,50 DM (ab 3 Stück je 8,50 DM) anbietet. Bestell-Nr. ICL 7106: 011-8338-5, ICL 7107: 010-816-3