

Technisches Datenblatt Ee102P

Generelle Beschreibung

Mit dem „Ee102P“ erweitert die **EDISEN[®] SENSOR SYSTEM GmbH & Co. KG** das Einsatzspektrum ihrer digitalen kapazitiven Bewegungssensoren.

Der anwendungsspezifische integrierte Schaltkreis „Ee102P“ von **EDISEN[®]** verfügt über einen Sensorkanal, der nach einem patentierten, rein digitalen Verfahren Kapazitäten und deren Änderungen am Sensoreingang bewertet. Er verfügt über einen integrierten Spannungsregler, der aus einer Versorgungsspannung von **VHI = (4,7 ... 9) VDC** eine stabilisierte IC – Betriebsspannung **VDD = 4 VDC** ableitet. Diese kann auch zur Versorgung externer Zusatzelektroniken bei einem Strombedarf < 0,5 mA genutzt werden. Bei Batteriespeisung kann der „Ee102P“ ab **VHI = 3 VDC** betrieben werden. Durch den Selbstabgleich besteht max. 2 s nach Power→ON Betriebsbereitschaft. Die Parameter „Abtastfrequenz **f_k**“ und „Ausgangsschaltverhalten **TYPE**“ („rastend“ / „nicht rastend“ / „MONO – FLOP“) können durch Außenbeschaltung festgelegt werden. Die Empfindlichkeit des Kanals kann zusätzlich durch die Größe des Speicherkondensators **CPC** variiert werden. Exportierbare Sensorflächen (leitfähige Flächen oder Folien) sind über max. 2 m Koaxialkabel anzukoppeln und können hinter alle nichtleitenden Konstruktionswerkstoffe geklebt und durch diese hindurch aktiviert werden.

Damit sind erhöhte Anforderungen an Wasser- und Staubdichtheit, Design- und Verschleißfreiheit sowie Vandalismussicherheit bestens erfüllt, da jegliche Durchbrüche in den Wandungen entfallen.

Das Verfahren ermöglicht die Kompensation von statischen Eingangskapazitäten **C_{INO} ≤ 200 pF** durch einen gegen **GND** geschalteten Widerstand **R_C** am Eingang des „Ee102P“. Zur Begrenzung der Eingangsbandbreite sollte der Eingang des „Ee102P“ mit einem Filterwiderstand **R_F** beschaltet werden.

Durch den geringen Strombedarf von typ. 5 µA ist der „Ee102P“ für den Einsatz in batteriebetriebenen Applikationen bestens geeignet.

Charakteristika

- verfügbar in SO8
- dynamischer Bewegungssensor
- digitales Auswerteverfahren
- automatische Kalibrierung max. 2 s nach Power→ON
- exportierbare Sensorfläche bis 2 m
- P- MOS- Schaltausgänge
- µ Power→ Batteriebetrieb möglich (I_B<5µA)
- Ansprechzeit ist variabel einstellbar
- variierbare Empfindlichkeiten
- 3 verschiedene Schaltcharakteristika einstellbar
- interner Spannungsregler

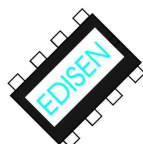
Applikationen

- ▶ Haushaltsgeräte
wasserdichte Bedientasten, z.B. für Waschmaschinen, Kaffeemaschinen, Staubsauger, Haushaltswaagen, Kühlschränke und Friteusen.
- ▶ Automobile
Sensoren unter Polsterungen, Leder, Griffen, Matten, Bezugsstoffen für die Bedienung von Innenraumbeleuchtung, Klimaanlage, Radio, Sitzverstellung sowie Füllstandsmessungen an Flüssigkeitsbehältern.
- ▶ Gebäudeinstallation
Sensorschalter unter Tapeten und Glas für Jalousien, Eingangskontrollen, Aufzugstastaturen sowie Füllstandsmessungen an Öltanks.
- ▶ Sanitärtechnik
Sensortasten unter Fliesen für berührungslose Betätigung von Urinal und Toilette sowie des Wasserflusses bei Dusche, Badewanne und Waschbecken.
- ▶ Informations- und Kommunikationstechnik
wasserdichte Telefontastaturen und Fernbedienungen, Kombination mit Funktechnik
- ▶ Automatisierung
Glastastaturen unter extremen Umweltbedingungen
- ▶ Gerätetastaturen
mit hermetischer Isolation für Medizintechnik und Explosionsschutz.

Bestellhinweise

Bezeichnung : Sensorschaltkreis Ee102P

**kapazitiver – 1 – Kanal - Sensor - IC
im SO8 - Gehäuse**



Begriffsbestimmung

statische Kapazität C_0 :	Kapazität, die bei Verwendung des EDISEN [®] - Verfahrens als konstant anzusehen ist
Sensorkapazität C_{IN0} :	statische Kapazität des Sensorelementes → Minimalwert $C_{IN0 (min)} = 0 \text{ pF}$ → Maximalwert $C_{IN0 (max)} = 200 \text{ pF}$ (darf nicht überschritten werden)
interne Eingangskapazität $C_{IN i}$:	„on chip“ – Kapazität im Eingangskreis $C_{IN i} = 7 \text{ pF (typ.)}$
Eingangskapazität C_{IN} :	Kapazität, die am Eingang des IC statisch zulässig ist → Minimalwert $C_{IN (min)} = 10 \text{ pF (typ.)}$; zur Funktion der Schaltung mindestens erforderlich → Maximalwert $C_{IN (max)} = 60 \text{ pF (typ.)}$; darf nicht überschritten werden
Dynamikbereich ΔC :	zulässiger Wertebereich der Eingangskapazität C_{IN} , in dem der Sensorkanal bestimmungsgemäß funktioniert $\Delta C = C_{IN (max)} - C_{IN (min)} = 50 \text{ pF (typ.)}$ (gilt allgemein)
Eingangskapazitätsdrift ΔC_{IN} :	Änderungen der Eingangskapazität C_{IN} innerhalb des Dynamikbereiches ΔC , die bei Verwendung des EDISEN- Verfahrens nur als statische Kapazität wirksam wird
Eingangskapazitätzunahme $+\Delta C_{(min)}$:	mindestens erforderliche Änderung der Eingangskapazität C_{IN} , die mit einer bestimmten Minimal- Änderungsgeschwindigkeit $(\Delta C/dt)_{min}$ eintritt, einen minimalen Wirkzeitraum $\Delta t_{(min)}$ anhält und somit zur Ausgabe eines Schaltsignals führt
Wirkzeitraum $+\Delta t_{(min)}$:	mindestens erforderlicher Zeitraum des Einwirkens von $+\Delta C_{(min)}$
Autokalibrierfunktion:	automatische Kompensation aller statischen Änderungen ΔC_{IN} („Drift“) der Eingangskapazität C_{IN} im Dynamikbereich ΔC
analoge Messspannung U_{CPC} :	auf dem externen Kondensator CPC gespeicherter Spannungswert, der proportional zu C_{IN} ist und gleichzeitig als Kalibriersignal genutzt wird
Kalibrierhub ΔU_{CPC} :	Betrag der Änderung von U_{CPC} nach jeder Abtastung
Entladestrom I_E :	aus U_{CPC} abgeleitetes Stellsignal zur Realisierung der Autokalibrierfunktion
Entladestromhub ΔI_E :	zu ΔU_{CPC} proportionale Verstellung von I_E
Abtastfrequenz f_K :	Anzahl der Abtastungen je Zeiteinheit

Tastenanwendung mit dem „Ee102P“

Die Parameter „Abtastfolgefrequenz f_k “, und „Ausgangsschaltverhalten **TYPE**“ („rastend“ / „nicht rastend“ / „MONO – FLOP“) können durch Außenbeschaltung festgelegt werden. Die Empfindlichkeit jedes Kanals kann zusätzlich durch die Größe der Sensorfläche und des Speicherkondensators **CPC** variiert werden. **Abbildung 1** zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild des „Ee102P“ mit einer typischen Außenbeschaltung bei einer Tastenanwendung mit exportierter Sensorfläche (Ankopplung der Sensorfläche über max. 2 m Koaxialkabel).

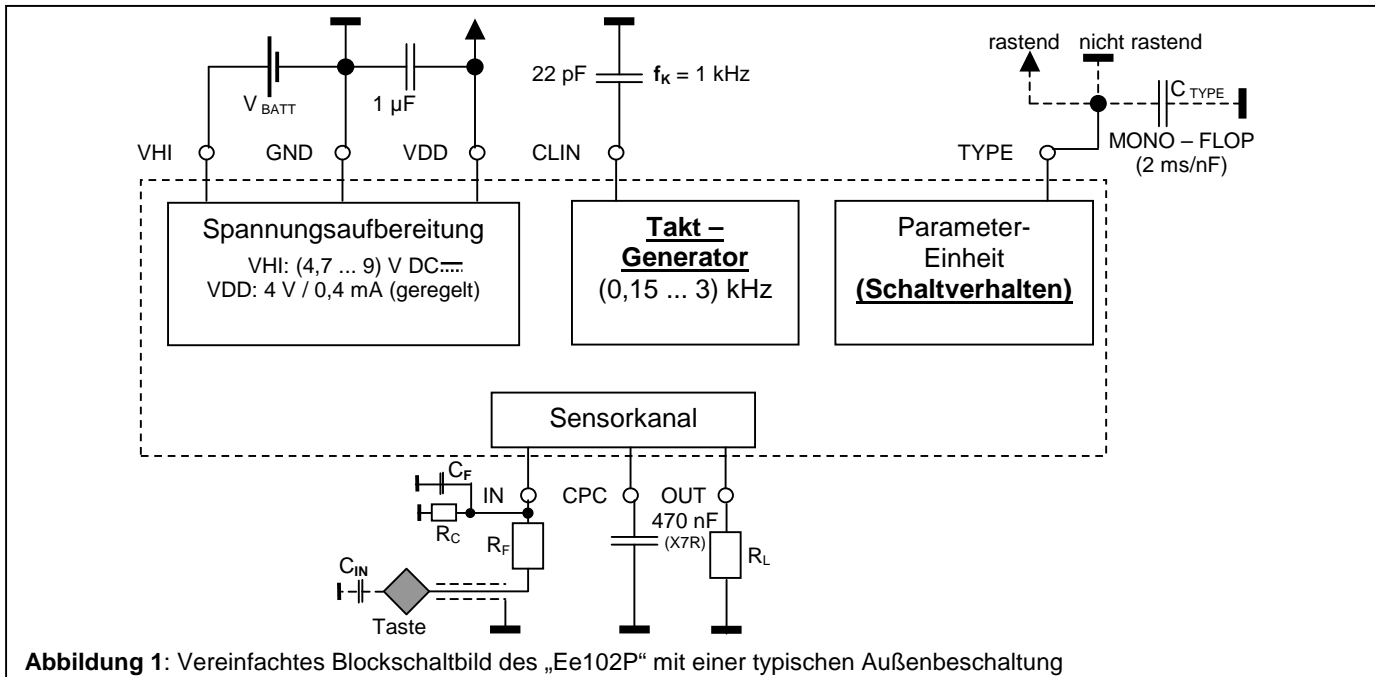


Abbildung 1: Vereinfachtes Blockschaltbild des „Ee102P“ mit einer typischen Außenbeschaltung

Das Verfahren ermöglicht die Kompensation von statischen Eingangskapazitäten $C_{IN0} \leq 200 \text{ pF}$ durch einen gegen **GND** geschalteten Widerstand R_C am Eingang des „Ee102P“. Dieser übernimmt während der Abtastung die Entladung eines konstanten Anteils C_C der Sensorkapazität C_{IN} , so dass dieser nicht mehr vom Eingangskreis des IC- Kanals entladen werden muss. Für die Dimensionierung von R_C gilt: $R_C = 1,1 \mu\text{s} / C_C$, mit $C_C = C_{IN} + C_F - C_{IN(\text{min})}$. Hinweis: $C_{IN(\text{min})} = 10 \text{ pF}$, R_C aufrunden zum nächsten E48 – Wert.

Zur Begrenzung der Eingangsbandbreite des Systems sollte zwischen der äußeren Sensorfläche und dem IC- Eingang ein Widerstand R_F in Serie geschaltet werden. Dieser bildet dann zusammen mit der IC- internen Eingangskapazität C_{INi} und C_F einen Tiefpass 1. Ordnung mit der Grenzfrequenz $f_{G\text{IN}}$ gemäß **Gleichung 1**.

$$f_{G\text{IN}} = [2 * \pi * R_F * (C_{INi} + C_F)]^{-1} \quad (\text{Gl. 1})$$

Diese Grenzfrequenz $f_{G\text{IN}}$ sollte zur weiteren Verbesserung der Störstrahlungsfestigkeit bei möglichst kleinen Werten liegen, d.h. R_F sollte so groß wie möglich gewählt werden. Andererseits wird bei größerem R_F die Kapazität C_{IN} an der Sensorfläche stärker vom IC- Eingang entkoppelt, was wiederum zur Reduzierung der Sensorempfindlichkeit führt.

Für eine Dimensionierung von R_F gilt:

$$R_F \leq \left(K \times \frac{\left[\frac{R_C \times 50 \text{ k}\Omega}{R_C + 50 \text{ k}\Omega} \right] \times (C_F + C_{INi})}{C_{IN}} \right)$$

Bei Tastenanwendungen ist $K = 0,25$, für Analog- Messungen gilt $K = 0,1$. Die interne Kapazität C_{INi} beträgt ca. 7 pF. Innerhalb des „Ee102P“- Eingangskreises sind weitere Filter wirksam.

Die Korrektheit der Eingangsbeschaltung lässt sich überprüfen durch Messung der Spannung am Pin „CPC“ mit einem hochohmigen Spannungsmessgerät (Innenwiderstand $\geq 100 \text{ M}\Omega$). Der erlaubte Bereich von U_{CPC} beträgt 0,8 ... 3,2 V. Empfohlen wird, den statischen Arbeitspunkt des Sensors möglichst in die Mitte dieses Bereiches zu legen, um Schwankungen von Sensorkapazität, Spannung und Temperatur abfangen zu können.

Abbildung 2 zeigt die Prinzipschaltung des „Ee102P“. Der dort dargestellte Zeitvergleicher bewertet den zeitlichen Unterschied des Eintreffens der digitalen „L → H“ – Ausgangsschaltflanken des Eingangskomparators und der Referenzzeitstufe. Sobald dieser Unterschied > 40 ps wird, gibt er ein eindeutiges Vergleichsergebnis aus.

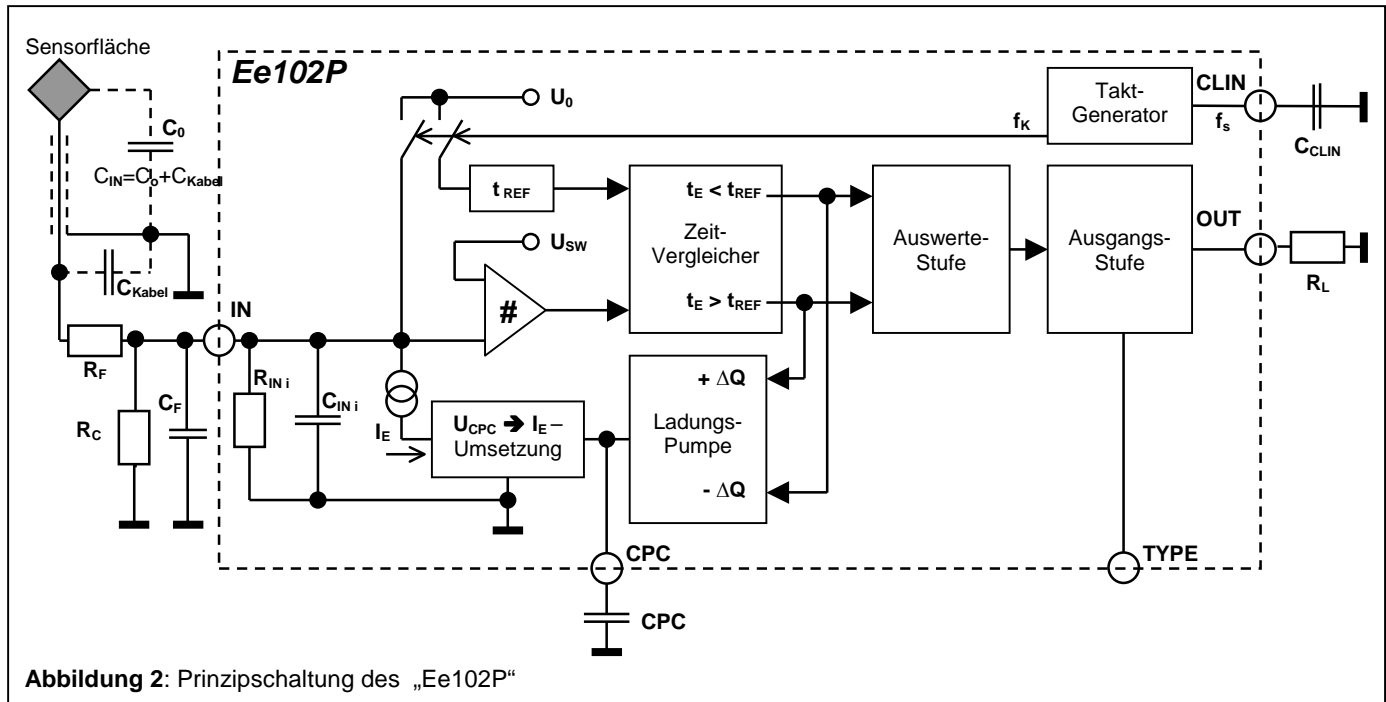


Abbildung 2: Prinzipschaltung des „Ee102P“

Das beim „Ee102P“ verwendete Verfahren der „C → t – Transformation“ basiert auf folgender Transformationsvorschrift:

$$t_E = (t_{sw} - t_0) = C_0 * (U_0 - U_{sw}) / I_E \quad (\text{Gl. 2})$$

(t_E = Zeit für die Entladung von C_0 mit einem Konstantstrom I_E von einer Startspannung U_0 bis zu einem Schwellwert U_{sw})

Die Entladezeit t_E als Maß für die Eingangskapazität C_{IN} wird bei jeder Abtastung (= C_0 – Entladung) mit einer konstanten Referenzzeit $t_{REF} \approx 1 \mu s$ verglichen. Dieser Vergleich kann nur zwei unterschiedliche, rein qualitative Vergleichsergebnisse liefern, über das absolute Maß des Zeitunterschiedes wird keine Aussage gemacht.

Vergleichsergebnisse: a) $t_E > t_{REF}$ oder b) $t_E < t_{REF}$

Über einen Regelkreis mit dem Sollwert „ $t_E = t_{REF}$ “ wird das Vergleichsergebnis nach jeder Abtastung in eine betragsmäßig konstante Verstellung ΔI_E ($\sim \Delta U \sim CPC$) des Entlade - Konstantstroms I_E umgesetzt, um t_E ständig an t_{REF} anzugleichen. Liefert der Vergleich von t_E und t_{REF} genau 63 mal in Folge das Ergebnis „ $t_E > t_{REF}$ “, dann wird bei Tastenanwendungen ein Schaltsignal ausgegeben. Da die Parameter Entladestromhub ΔI_E , Abtastfrequenz f_K und Ausgangsschaltverhalten **TYPE** durch Außenbeschaltung variiert werden können, lässt sich der „Ee102P“ an verschiedene Applikationen bei geringem Aufwand anpassen. Für die Dimensionierung von C_{CLK} zur Festlegung von f_K gilt:

$$f_K = (300\mu s + 33\mu s/pF - C_{CLIN})$$

Ausgangsschaltverhalten bei Tasten-Anwendungen

Wird der Pin **TYPE** des „Ee102P“ mit **GND** verbunden, ist das Ausgangsschaltverhalten „nicht rastende Taste“ eingestellt. Die Verbindung von Pin **TYPE** des „Ee102P“ mit **VDD** realisiert das Ausgangsschaltverhalten „rastende Taste“. Wird der Pin **TYPE** über einen Kondensator mit **GND** verbunden, ist das Ausgangsschaltverhalten „MONO- FLOP“ eingestellt. Bei Anschaltung eines Kondensators C_{TYPE} gegen **GND** wird beim Ausgangsschaltverhalten „MONO- FLOP“ die Haltezeit t_H entsprechend der Kapazität von C_{TYPE} gemäß **Gleichung 3** verlängert.

$$t_H = 3 \text{ ms/nF} * C_{TYPE} \quad (\text{Gl. 3})$$

Bei den Ausgangsschaltcharakteristika „rastende Taste“ und „MONO-FLOP“ bewertet die Sensorelektronik nur die Kapazitätzunahme $+\Delta C$ und deren Änderungsgeschwindigkeit $+(\Delta C/dt)$. Beim Schaltverhalten „rastende Taste“ führt jede gültige Betätigung an der Sensorfläche zum bistabilen Umschalten des Ausgangs. Beim Schaltverhalten „MONO-FLOP“ führt jede gültige Betätigung zum Einschalten des Ausgangs. Während der Haltezeit t_H ist ein Nachtriggern des aktivierten Sensorkanals zur Haltezeitverlängerung nicht möglich. Beim Schaltverhalten „nicht rastende Taste“ wird zur Aktivierung des Schaltausgangs die Kapazitätzunahme $+\Delta C$ an der Sensorfläche und deren Änderungsgeschwindigkeit $+(\Delta C/dt)$ bewertet. Zu dessen Deaktivierung wird hingegen die Kapazitätsabnahme $-\Delta C$ an der Sensorfläche und deren Änderungsgeschwindigkeit $-(\Delta C/dt)$ bewertet. Letzteres erfolgt mit vierfacher Empfindlichkeit im Vergleich zur Aktivierungsbewertung, damit die Sensortaste bei Kapazitätsabnahme sicher abschaltet. **Tabelle 2** gibt einen Überblick zu den Funktionalitäten der 3 Ausgangsschaltcharakteristika. Nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung U_B ist der **P- MOS- open- drain** – Ausgang **OUT** des „Ee102P“ inaktiv (=GND). Eine interne Konstantstromsenke nach GND ermöglicht ein direktes Ansteuern von CMOS-Eingängen.

Beschaltung des IC- Pin's TYPE	Ausgangsschaltverhalten	Haltezeit t_H des Ausgangssignals OUT
GND	nicht rastend	OUT = ON nach $(+\Delta C_n)$ bis nach $(-\Delta C_n)$ → $f_{ON}=0,25 f_{OFF}$
VDD	rastend	OUT = ON nach $(+\Delta C_n)$ bis nach $(+\Delta C_{(n+1)})$
C_{TYPE} gegen GND	MONO-FLOP	OUT = ON nach $(+\Delta C_n)$ für $t_H = 2 \text{ ms/nF} * C_{TYPE} + t_{H0}$

Tabelle 2: Ausgangsschaltverhalten

Abbildung 4 zeigt ein Timing – Diagramm für die drei Ausgangsschaltcharakteristika, das die o.g. Bedienszenarien grafisch veranschaulicht.

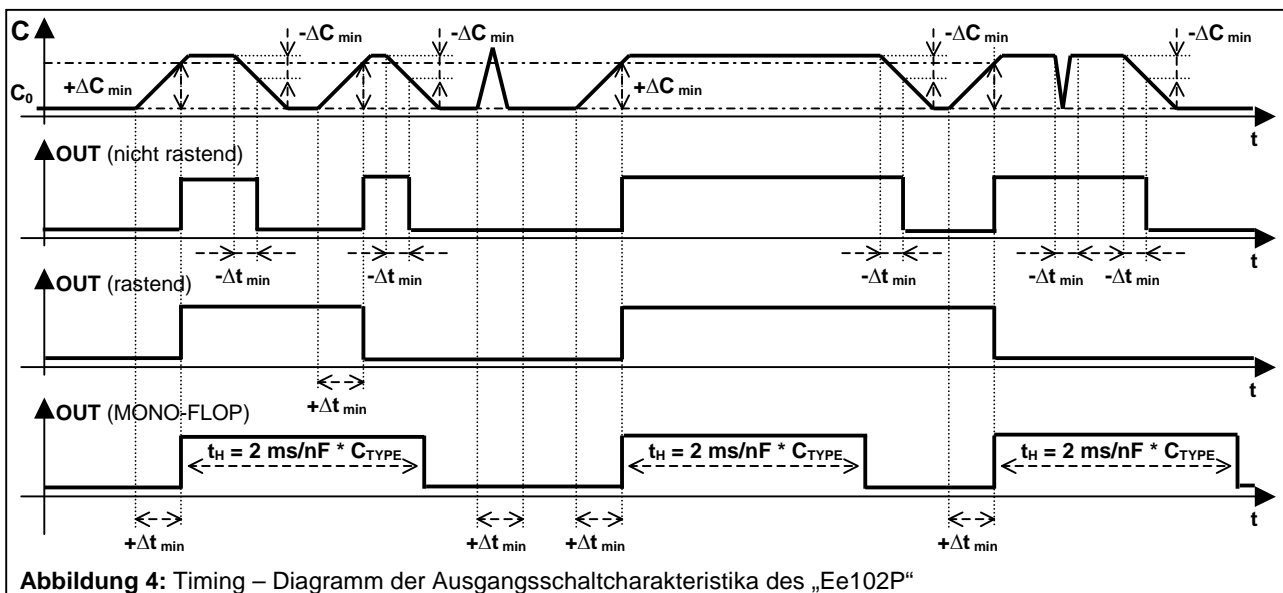
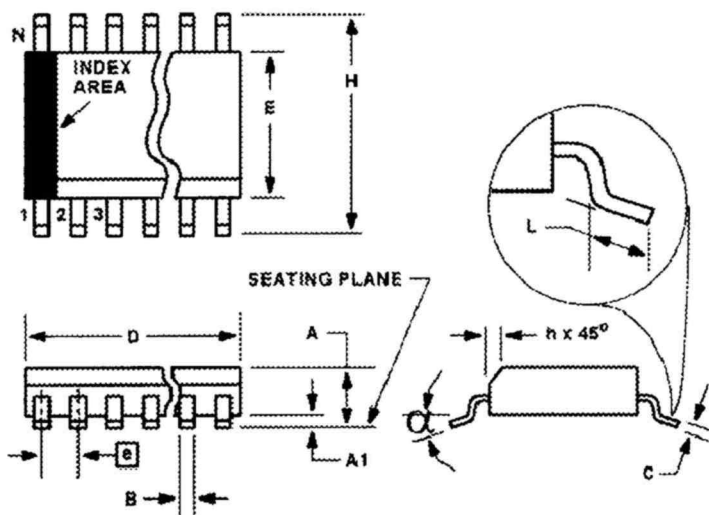


Abbildung 4: Timing – Diagramm der Ausgangsschaltcharakteristika des „Ee102P“

In dieser Konfiguration wird der zeitliche Verlauf der dynamischen Kapazität ΔC am IC – Eingang bewertet. Dabei spielt der Wert der wirksamen statischen Eingangskapazität C_0 innerhalb des Dynamikbereiches ΔC keine Rolle, da diese durch die Autokalibrierfunktion des IC's kompensiert wird. Da der IC auf diesen Anwendungsbereich hin optimiert ist, werden typische menschliche Bediendhandlungen an einer Sensorfläche, die zu entsprechenden dynamischen Kapazitäten ΔC führen, sicher erkannt.

Gehäuseabmessungen SO8 mit 8 Pins



Masse	min	max	(max)*
A	1,35	1,75	
D	4,80	5,00	5,30
E	3,80	4,00	4,50
H	5,80	6,20	
e	1,27 (typ)		

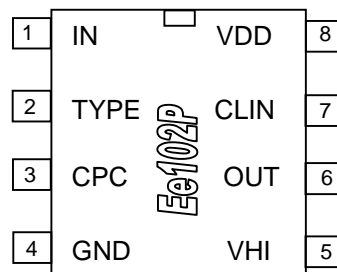
* inkl. Grate

Technische Daten des „Ee102P“

Gehäuse und Anschlussbelegung

Der „Ee102P“ wird im Standard – SMT – Gehäuse „SO 8“ geliefert.

Pin	Name	I/O	Beschreibung
1	IN	I	Eingang Tastereinheit
2	TYPE	I	Ausgangsbetriebsart-Einstellung
3	CPC		Speicher Kondensator
4	GND		Negative Spannungsversorgung
5	VHI		Positive Versorgungsspannung, 9V max.
6	OUT	O	Schalt-Ausgang
7	CLIN		Oszillator-Kapazität
8	VDD		Geregelte Spannung 4V, Stützkondensator- Anschluß



Absolute Grenzwerte und ESD – Schutz

Name	Parameter	Min.	Max.	Einheit
VHI	positive Versorgungsspannung	- 0,5	9,0	V
IN, TYPE, CPC	Eingangsspannung	- 0,5	4,5	V
OUT	Ausgangsstrom	- 10	50	mA
I _{vss}	Totalstrom an GND	- 10	50	mA
I _{Pin}	Strom durch beliebigen IC – Pin	- 10	10	mA
P _{TOT}	Verlustleistung		100	mW
T _{STG}	Lagertemperatur	- 40	150	°C

Alle Pin's des „Ee102P“ sind intern gegen ESD bis 3 kV geschützt (nach HBM), weitergehende Schutzmaßnahmen sind extern zu realisieren.

DC – Eigenschaften

Bedingungen: VHI = 6 VDC; 25 °C, außer wenn anders angegeben

Name	Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
VHI	positive Versorgungsspannung	VDD – Regler aktiv Batteriespeisung	4,7 3	6	9	V
VDD	geregelte IC-Betriebsspannung	4,7 V ≤ VHI ≤ 9 V → VDD – Regler aktiv	3,4	4	4,6	V
ΔVDD	Dropout-Spannung des Reglers	(VHI – VDD) bei inaktivem Regler → VHI < 4,7 V		10	50	mV
I _{HI}	IC – Betriebsstrom	Ausgang = OFF / f _x = 1 kHz		5		μA
I _{OUT}	Ausgangsperrstrom	Interne Konstantstromsenke nach GND		0,1		μA
V _{OUT}	Ausgangsperrspannung	Pull-up-Spannung	0	VHI	9	V
I _{FOUT}	Ausgangsstrom	Nutzbereich (P-MOS) Überlastabschaltung bei V _{FOUT} ≥ 0,6 V	0 20	10 30	20 50	mA
V _{FOUT}	Ausgangssättigungsspannung	bei I _{OUT} = + 10 mA	0,1	0,2	0,4	V
C _{VDD}	ext. VDD - Stützkondensator	vorzugsweise SMT – Keramik – Chip – C's verwenden	0,1		2,2	μF
V _{CPC}	Speicherspannung	linearer Regelbereich	0,8		VDD-1	V
I _{LCPC}	Leckstrom CPC		-1	0	1	nA
T _{AMB}	Betriebstemperaturbereich		- 20		+ 85	°C

AC – Eigenschaften

Bedingungen: VHI = 6 VDC; C_{CLIN} = 22 pF; C_{CPC} = 470 nF, T_{AMB} = 25 °C, außer wenn anders angegeben

Name	Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
C _{CLIN}	Oszillatorkondensator	Nutzbereich	0	22	100	pF
C _{CPC}	ext. Speicherkondensator	X7R – Keramik – Chipkondensator	90	470	2500	nF
A _D	Auflösung	äquivalente digitale Auflösung		14		Bit
C _{MONO}	Monoflop Kondensator	Nutzbereich	0,1		500	nF
C _{IN}	Inputkapazität	Minimalkapazität Maximalkapazität		10 60		pF
R _{DS-ON}	PMOS-Widerstand	interner Pull-up am INPUT			500	Ω
t _{TA}	Ladeimpuls Input	pro Abtastung	1,4	2	3,5	μs
t _{IN DIS}	Entladezeit Inputkapazität	pro Abtastung	0,5	1	2	μs
t _{wait}	Wartezeit	bis Schaltbereitschaft		0,5	2	s
t _{MONO}	Ausgangsimpuls	Betriebsart „Mono-Flop“	1,3	2	3	ms/nF
f _x	Abtastfrequenz	f _x = (300 μs + 33 μs/pF * C _{CLIN}) ⁻¹		1		kHz
		bei C _{CLIN} = 100 pF		275		Hz
		bei C _{CLIN} = 0		3,3		kHz
H _{FM}	Abtastfrequenz-Modulations-Hub	pseudo-zufällig 32 Werte	3	4	5	%
t _{sw}	Reaktionszeit	bei f _x = 1kHz	64			ms