

Inhalt

1 Anwendungsbereich und Zweck	1
2 Normative Verweisungen	1
3 Begriffe	2
3.1 Informationsquelle (Quelle)	2
3.2 Informationssenke (Senke)	2
3.3 Testimpulserzeugung (TG)	2
3.4 Testimpulsauswertung (TE)	2
3.5 Versorgungsspannung	2
3.6 Testimpuls	2
3.7 Testimpulsdauer t_i	2
3.8 Testimpulsintervall T	3
3.9 Testimpulsverzögerung Δt_i	3
3.10 Testimpulsphasenverschiebung Δt_c	3
3.11 Diskrepanzzeit Δt_{dis}	3
3.12 EIN-Zustand	3
3.13 AUS-Zustand	3
3.14 Interface-Typ	3
3.15 Klasse	3
3.16 Ausgangsstrom I_n	3
3.17 Leckstrom $I_{Leakage}$	3
3.18 Lastkapazität C_L	3
3.19 Induktive Last L_L	3
4 Mindestangaben zur Kompatibilität in der Herstellerdokumentation	4
4.1 Zweck	4
4.2 Elektrische Basis-Parameter	4
4.3 Aufbau des Kennzeichnungsschlüssels	4
5 Merkmale der Interface-Typen	6
5.1 Interface-Typ A	6
5.1.1 Statische Merkmale des Interface-Typs A	6
5.1.2 Dynamische Merkmale des Interface-Typs A	6
5.1.3 Produktinformation des Herstellers	7
5.1.4 Anwendungshinweise	7
5.2 Interface-Typ B	8
5.2.1 Statische Merkmale des Interface-Typs B	8
5.2.2 Dynamische Merkmale des Interface-Typs B	8
5.3 Interface-Typ C	11
5.3.1 Klassen	12
5.3.2 Statische Merkmale des Interface-Typs C	12
5.3.3 Dynamische Merkmale des Interface-Typs C	12
5.3.4 Klasseneinteilung für Interface-Typ C (und D)	13
5.3.5 Anwendung im Bereich der Funktionalen Sicherheit	14
5.3.6 Produktinformation des Herstellers	16
5.3.7 Weitere Anwendungshinweise	16
5.4 Interface-Typ D	17
5.4.1 Statische Merkmale der Quelle Interface-Typ D	18
5.4.2 Dynamische Merkmale der Quelle des Interface-Typs D	18
5.4.3 Produktinformation des Herstellers	19
5.4.4 Klassen	19
5.4.5 Produktinformation des Herstellers	20
Abbildungsverzeichnis	21
Tabellenverzeichnis	21

1 ANWENDUNGSBEREICH UND ZWECK

Kennzeichnende Merkmale der hier beschriebenen binären 24-V-Schnittstellen sind Interface-Typen mit dynamischen Testimpulsen.

Der Zweck dieses Papiers ist die Festlegung von:

- Begriffen,
- Kennzeichnender Merkmale der Interface-Typen,
- Notwendiger Produktinformationen des Herstellers (Technische Daten) für Interface-Typen.

Es handelt sich hierbei um die technische Beschreibung der Interface-Typen. Es findet keine sicherheitstechnische Bewertung statt. Für die vollständige Beurteilung der funktionalen Sicherheit einer Sicherheitsfunktion müssen alle relevanten Anforderungen der zutreffenden Normen (z.B. ISO 13849, IEC 62061, IEC 61508) auf die gesamte Sicherheitsfunktion angewendet werden.

2 NORMATIVE VERWEISUNGEN

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Die Anforderungen der allgemeinen Festlegungen der IEC 61131-2:2017 gelten für dieses Papier, soweit darauf Bezug genommen wird.

3 BEGRIFFE

Es gilt Abschnitt 3 der IEC 61131-2:2017 mit den folgenden Ergänzungen:

3.1 Informationsquelle (Quelle)

Die Informationsquelle (im Folgenden Quelle genannt) ist der Sender einer Information, welche an die Informationssenke gesendet wird. Die Quelle verfügt über einen Ausgang, der mit dem Eingang der Senke verbunden wird. Eine Quelle kann gleichzeitig die Anforderungen unterschiedlicher Interface-Typen erfüllen.

Anmerkung: Die Quelle ist z.B. ein Sensor, die Senke eine Steuerung. Der Begriff bezieht sich auf die Erzeugung der Information, nicht aber auf die Erzeugung der Testimpulse. Diese werden je nach Interface-Typ an unterschiedlichen Stellen erzeugt.

3.2 Informationssenke (Senke)

Die Informationssenke (im Folgenden Senke genannt) ist der Empfänger einer Information, welche von der Informationsquelle gesendet wird. Die Senke verfügt über einen Eingang, welcher mit dem Ausgang der Quelle verbunden wird. Eine Senke kann gleichzeitig die Anforderungen unterschiedlicher Interface-Typen erfüllen.

Anmerkung: Die Senke ist z.B. eine Steuerung. Der Begriff bezieht sich auf die Auswertung der Information, nicht aber auf die Auswertung der Testimpulse. Diese werden je nach Interface-Typ an unterschiedlichen Stellen ausgewertet.

3.3 Testimpulserzeugung (TG)

Bezeichnet den Schaltungsteil, der die für die Diagnose erforderlichen Testimpulse erzeugt.

3.4 Testimpulsauswertung (TE)

Bezeichnet den Schaltungsteil, der die für die Diagnose erforderlichen Testimpulse sicherheitstechnisch auswertet.

3.5 Versorgungsspannung

Die Versorgungsspannung ist die Spannung, die einem Gerät ununterbrochen zur Versorgung des eigenen Energiebedarfs zur Verfügung steht.

3.6 Testimpuls

Ein Testimpuls ist eine zeitlich begrenzte Änderung eines Signalspannungspegels zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Ausgangs oder Gerätes oder zur Überprüfung der Übertragungsstrecke.

3.7 Testimpulsdauer t_i

Die Testimpulsdauer t_i ist die Zeit vom Beginn des Testimpulses (z.B. fallende Flanke) bis zum Ende des Testimpulses (z.B. steigende Flanke).

3.8 Testimpulsintervall T

Das Testimpulsintervall ist die Zeit zwischen dem Beginn eines Testimpulses und dem Beginn des nächsten Testimpulses auf demselben Ausgang.

3.9 Testimpulsverzögerung Δt_i

Eine durch die Quelle eingebrachte Impulsverzögerung Δt_i zwischen dem Eingang und dem Ausgang der Informationsquelle.

3.10 Testimpulsphasenverschiebung Δt_c

Zeitliche Verschiebung der Testimpulse zwischen verschiedenen Testerzeugungskanälen (Interface-Typ C und Interface-Typ D).

3.11 Diskrepanzzeit Δt_{dis}

Gleichzeitigkeit der Zustandsänderung der OSSD Ausgänge (Interface-Typ C).

3.12 EIN-Zustand

Der EIN-Zustand einer Quelle ist der Zustand, in dem der Ausgang der Quelle Energie zur Verfügung stellt.

3.13 AUS-Zustand

Der AUS-Zustand der Quelle ist der energielose Zustand.

3.14 Interface-Typ

Der Interface-Typ ist eine standardisierte Schnittstelle zwischen Sendern von Signalen (Quellen) und Empfängern von Signalen (Senken) mit Festlegungen über die Erzeugung und Auswertung von Testimpulsen.

3.15 Klasse

Die Klasse ist eine Menge von Quellen und Senken mit kompatiblen technischen Daten bezüglich der Testimpulse innerhalb eines Interface-Typs.

3.16 Ausgangsstrom I_n

Der Ausgangsstrom I_n ist der Nennstrom eines Ausgangs im eingeschalteten Zustand.

3.17 Leckstrom $I_{Leakage}$

Strom $I_{Leakage}$, der im gesperrten Zustand am Ausgang einer Quelle oder Senke fließt.

3.18 Lastkapazität C_L

Lastkapazität C_L ist die Kapazität, mit der ein elektrischer Ausgang belastet wird.

3.19 Induktive Last L_L

Induktive Last L_L ist die Induktivität, mit der ein elektrischer Ausgang belastet wird.

4 MINDESTANGABEN ZUR KOMPATIBILITÄT IN DER HERSTELLERDOKUMENTATION

4.1 Zweck

Folgende Mindestangaben sollten in der Herstellerdokumentation entsprechend diesem Positionspapier bereitgestellt werden. Diese ermöglichen dem Anwender eine stark vereinfachte Kompatibilitätsprüfung der Geräteschnittstellen.

4.2 Elektrische Basis-Parameter

Folgende elektrische Parameter bilden die Grundlage für die in der Herstellerdokumentation bereitgestellten Informationen.

Interface-Typ	Maximaler elektrischer Widerstand des Verbindungskabels	Maximale kapazitive Belastung der Testimpulserzeugung TE (Kabel ^{*1} + Eingangskapazität)
A	15 Ohm ^{*1}	20 nF ^{*2}
B	15 Ohm ^{*1}	20 nF ^{*2}
C	15 Ohm ^{*1}	20 nF
D	15 Ohm ^{*1}	20 nF

Tabelle 4-1: Elektrische Basis-Parameter

*1 Ein solcher Widerstand und Kapazität ergibt sich z.B. aus einem Kabel mit 0,25 mm, 2 5-polig: ca. 80 Ω/km pro Einzelleiter und 120 nF/km. Diese Angaben stehen für eine typische Verkabelung von rund 30 m Länge.

*2 Bei Reihenschaltung ist diese mit zu berücksichtigen.

4.3 Aufbau des Kennzeichnungsschlüssels

Der Kennzeichnungsschlüssel hat die folgende Struktur:

Quelle / bzw. Senke	Interface-Typ ggf. inkl. Klasse	Zusatzmaßnahmen „M“	Senke / bzw. Quelle	Geeigneter Interface-Typ ggf. inkl. Klasse	Geeigneter Interface-Typ ggf. inkl. Klasse	Geeigneter Interface-Typ ggf. inkl. Klasse
----------------------------	---------------------------------	---------------------	----------------------------	--	--	--

Tabelle 4-2: Aufbau Kennzeichnungsschlüssel

- 1) An erster Stelle steht immer die Klassifizierung des vorliegenden Produktes.
- 2) Danach folgen die für dieses Produkt geeigneten Interfacetypen. Hier können bis zu drei Interface-Typen angegeben werden.
- 3) Sind zusätzliche Maßnahmen notwendig, wird dies in dem Feld „Zusatzmaßnahmen“ durch den Buchstaben „M“ gekennzeichnet. Diese sind in der Herstellerdokumentation zu beschreiben.
- 4) Es können in einer Zeile immer nur gleiche Interface-Typen einander zugeordnet werden.
- 5) Bei Produkten mit mehreren möglichen Interface-Typen, sind alle Kompatibilitäts-Zuordnungen durch ggfs. mehrere Kennzeichnungsschlüssel anzugeben.
- 6) Die Anzahl der Zellen und die Belegung des Kennzeichnungsschlüssels sind fest vorgegeben.

Beispiele:

1) Angabe eines Herstellers für eine Quelle vom Interface-Typ C Klasse 2 (z.B. Sensor etc.):

Quelle:	C2		Senke:	C1	C2	
---------	----	--	--------	----	----	--

Erläuterung: Die Angabe bedeutet, dass eine Quelle C2 mit einer Senke sowohl vom Typ C1 als auch vom Typ C2 kompatibel ist.

2) Angabe eines Herstellers für eine Senke vom Interface-Typ C Klasse 2 (z.B. Sicherheits-SPS etc.):

Senke:	C2		Quelle:		C2	C3
--------	----	--	---------	--	----	----

Erläuterung: Die Angabe bedeutet, dass eine Senke C2 mit einer Quelle sowohl vom Typ C2 als auch vom Typ C3 kompatibel ist.

3) Angabe eines Herstellers für eine Senke vom Interface-Typ A (z.B. Sicherheits-Auswerteeinheit etc.):

Senke:	A	M	Quelle:	A		
--------	---	---	---------	---	--	--

Erläuterung: Die Angabe bedeutet, dass eine Senke A mit einer Quelle vom Typ A unter Berücksichtigung der Zusatzmaßnamen M kompatibel ist.

Anmerkung: Der Kennzeichnungsschlüssel wird für die freien Klassen C0 und D0 nicht verwendet. Diese Interface-Typen erfordern eine individuelle Prüfung.

5 MERKMALE DER INTERFACE-TYPEN

5.1 Interface-Typ A

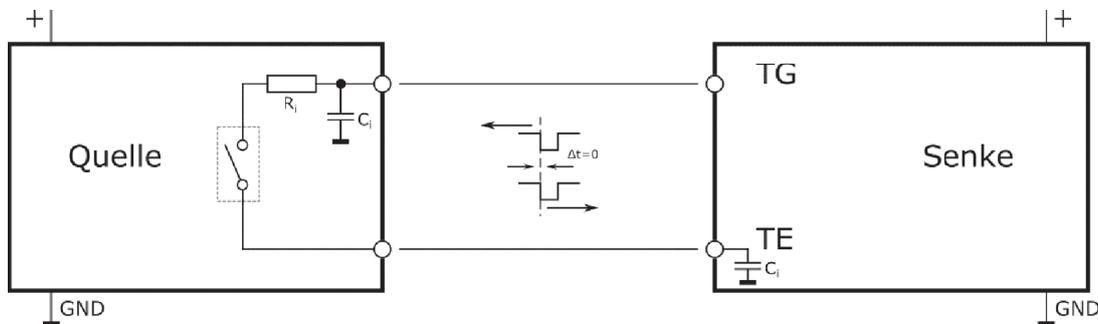


Abbildung 5-1: Interface-Typ A

Beschreibung:

Eine Senke sendet Testimpulse an eine Quelle. Die Testimpulse werden von der Quelle unverzögert und unverändert am Ausgang wieder ausgegeben. Unterbleibt eine Weitergabe der Testimpulse durch die Quelle an die Senke, muss die Senke den als sicher definierten Zustand einnehmen. Bei diesem Interface-Typ besteht die Möglichkeit der Kaskadierung (Reihenschaltung) von Quellen. Dabei summieren sich die Innenwiderstände R_i entsprechend der Anzahl der Quellen, welche bei der Dimensionierung des Erwartungswertes für die Eingangsspannung an der Senke berücksichtigt werden müssen.

Beispiele:

Magnetisch betätigte Positionssensoren und Endschalter (Reedschalter) an Hydraulik- und Pneumatikzylindern. Typische Senken bei diesem Typ sind z.B. elektronische Steuerungen.

5.1.1 Statische Merkmale des Interface-Typs A

- 1) Die Senke der Schnittstelle vom Interface-Typ A besitzt einen Ausgang für die Testimpulserzeugung (TG). Ebenfalls ist an der Senke ein Eingang für die Testimpulsauswertung (TE) vorgesehen.
- 2) Die Quelle der Schnittstelle vom Interface-Typ A besitzt einen Signaleingang für einen Testimpuls sowie einen Signalausgang für die unverzögerte Ausgabe des Testimpulses.
- 3) Die elektrischen Kenndaten orientieren sich an der IEC 61131-2:2017 und werden hier nicht gesondert betrachtet. Quellen vom Typ A sind reihenschaltbar und können potentialfrei betrieben werden.

5.1.2 Dynamische Merkmale des Interface-Typs A

- 1) Im Falle einer Informationsweitergabe einer Quelle vom Typ A findet keine Testimpulsverzögerung zum Ausgangsignal statt.
- 2) Die Quelle des Interface-Typs A stellt keine Anforderung bezüglich des zeitlichen Verhaltens des Testimpulses. Die Quelle erzeugt selbstständig keinen Testimpuls am Ausgang. Im Ausschaltzustand der Quelle wird kein Testimpuls weitergeleitet.

5.1.3 Produktinformation des Herstellers

Für eine Quelle des Interface-Typs A muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter Quelle	min.	typ.	max.
Schaltstrom I_i	<i>Mindeststrom $I_{i\ min}$</i>	-	<i>Maximaler Strom $I_{i\ max}$</i>
Schaltspannung U_i	<i>Mindestspannung $U_{i\ min}$</i>	-	-
Innenwiderstand R_i (im geschalteten Zustand)	<i>Minimaler Innenwiderstand $R_{i\ min}$</i>	-	<i>Maximaler Innenwiderstand $R_{i\ max}$</i>
Lastkapazität C_i	-	-	<i>Maximale Kapazität am Ausgang $C_{i\ max}$</i>
Lastinduktivität $L_{L(*)}$	-	-	<i>Maximale Induktivität am Ausgang L_{Lmax}</i>
Potentialfreiheit	<i>ja/nein</i>		

(*) = optionale Angabe des Herstellers

Tabelle 5-1: Herstellerangaben Interface-Typ A – Quelle

Für eine Senke des Interface-Typs A muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter Senke	min.	typ.	max.
Eingangsstrom I_i (in EIN-Zustand)	<i>Mindeststrom $I_{i\ min}$</i>	-	<i>Maximaler Strom $I_{i\ max}$</i>
Ausgangsspannung U_i	<i>Minimale Spannung $U_{i\ min}$</i>	-	<i>Maximale Spannung $U_{i\ max}$</i>
Eingangskapazität C_i	-	-	<i>Maximale Kapazität im Eingang $C_{i\ max}$</i>

Tabelle 5-2: Herstellerangaben Interface-Typ A – Senke

5.1.4 Anwendungshinweise

Bei Reihenschaltung von mehreren Quellen des Typs A ist der Gesamtspannungsabfall zu berücksichtigen.

Anmerkung 1: Der Eingang der Senke darf maximal die Lastkapazitäten und -induktivitäten aufweisen, die in der Quelle spezifiziert sind und umgekehrt. Der Kapazitäts- und Induktivitätsbelag von Verbindungsleitungen sollte hierbei berücksichtigt werden.

5.2 Interface-Typ B

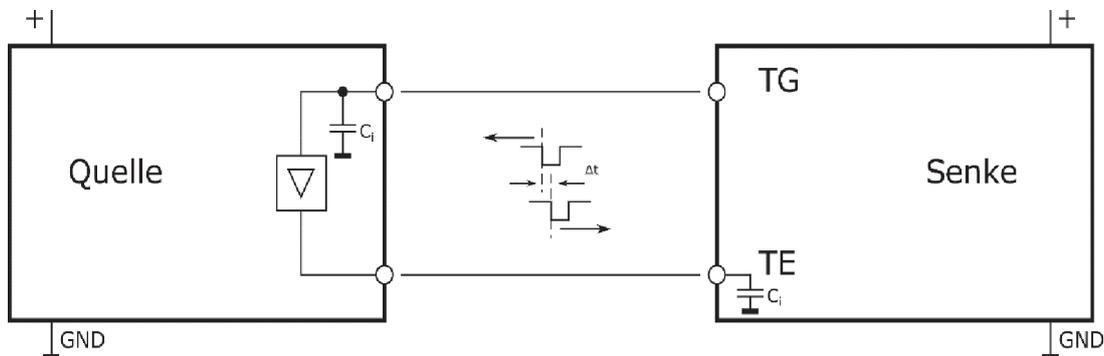


Abbildung 5-2: Interface-Typ B

Beschreibung:

Eine Senke sendet periodische Testimpulse mit einem Testimpulsintervall T an eine Quelle. Die periodischen Testimpulse werden von der Quelle um die Zeit Δt_i verzögert und ansonsten unverändert am Ausgang wieder ausgegeben. Unterbleibt eine Weitergabe der Testsignale durch die Quelle an die Senke oder liegt der zeitliche Erwartungswert der Senke außerhalb der zulässigen Toleranz, so muss die Senke den als sicher definierten Zustand einnehmen. Bei diesem Interface-Typ besteht die Möglichkeit der Kaskadierung (Reihenschaltung) von Quellen. Dabei summieren sich die Testimpulsverzögerungen Δt_i entsprechend der Anzahl der Quellen, welche bei der Dimensionierung des zeitlichen Erwartungswertes der Senke berücksichtigt werden müssen.

Beispiele:

Bei Stellungsüberwachungen durch Sensoren (Quelle) unterschiedlicher Technologien (induktiv / RFID / magnetisch / optisch / etc.) kommt der Interface-Typ B häufig zum Einsatz, da dieser eine Reihenschaltbarkeit ermöglicht. Typische Senken bei diesem Interface-Typen sind z.B. elektronische Auswerteeinheiten und elektronische Steuerungen.

5.2.1 Statische Merkmale des Interface-Typs B

- 1) Die Senke der Schnittstelle vom Interface-Typ B besitzt einen Ausgang für eine Testimpulserzeugung (TG). Ebenfalls ist an der Senke ein Eingang für die Testimpulsauswertung (TE) vorgesehen.
- 2) Die Quelle der Schnittstelle vom Interface-Typ B besitzt einen Eingang für das Signal der Testimpulserzeugung (TG) sowie einen Ausgang für die Ausgabe des verzögerten Testsignals.
- 3) Die elektrischen Kenndaten orientieren sich an der IEC 61131-2:2017 und werden hier nicht gesondert betrachtet. Alle Signale dieses Interface-Typs beziehen sich auf die Signalmasse (GND).

5.2.2 Dynamische Merkmale des Interface-Typs B

Bei Interface-Typ B muss zwischen zwei zeitlichen Kategorien unterschieden werden.

- 1) In einem Fall ist die Testimpulsverzögerung Δt_i sehr viel kleiner als die Testimpulsdauer t_i (siehe Abbildung 5-3).
- 2) In der anderen Kategorie ist Testimpulsverzögerung Δt_i größer als die Impulsdauer t_i . (siehe Abbildung 5-4).

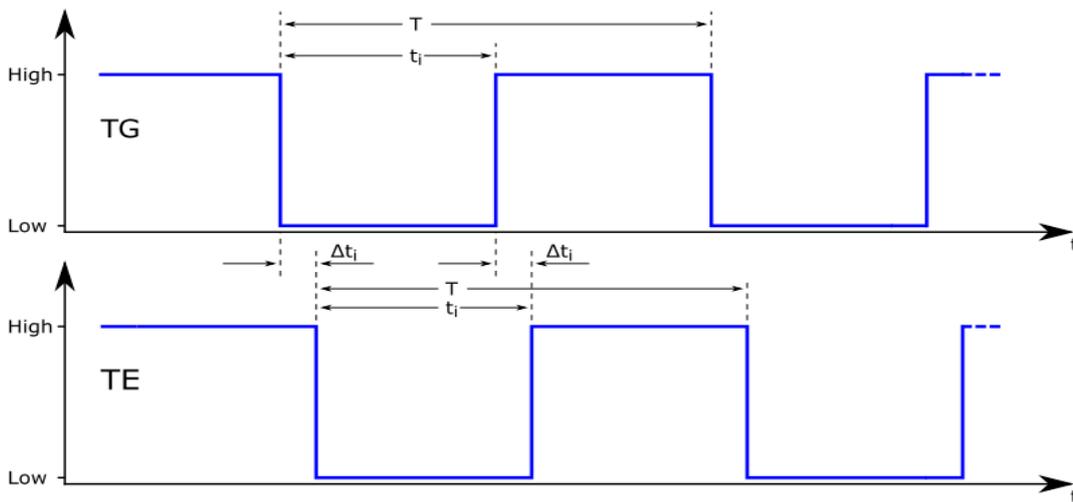


Abbildung 5-3: Testimpulsverzögerung Δt_i sehr viel kleiner als t_i

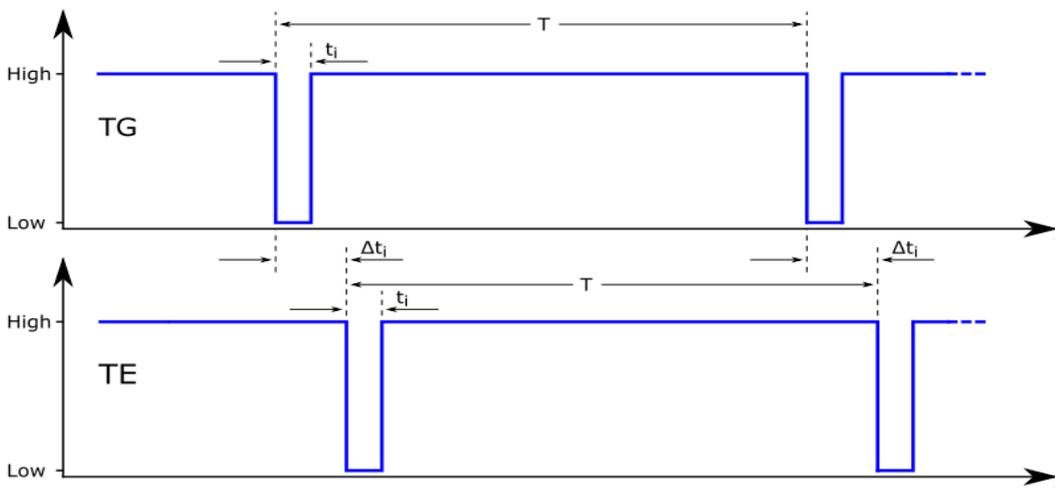


Abbildung 5-4: Testimpulsverzögerung Δt_i größer t_i

Die Länge der Testimpulsdauer t_i wird von der Senke bestimmt. Ist die Signalform (Pulspausenverhältnis, Verzögerung) am Eingang der Senke im Erwartungsbereich, darf die Senke einen Freigabezustand bezüglich der Quelle einnehmen. Entspricht die Signalform nicht dem zeitlichen Erwartungswert bzw. ist kein Signal vorhanden, erfolgt keine Freigabe in der Senke. Eine „Nichtfreigabe“ seitens der Quelle hat zur Folge, dass kein Signal an die Senke übertragen wird.

Die fallende und die steigende Flanke des Testeingangssignals der Senke erscheinen jeweils mit einer Testimpulsverzögerung von Δt_i am Ausgang der Quelle. Die Testimpulsverzögerung Δt_i ist eine bewusst eingebrachte Verzögerungszeit, die sich in ihrer Größenordnung deutlich von parasitären Verzögerungszeiten unterscheidet. Typischerweise sind Ein- und Abschaltzeiten der Testimpulse inkl. deren Toleranzen sehr gering im Verhältnis zur Testimpulsdauer t_i . Das zeitliche Verhalten der Testimpulserzeugung (TG) wird durch die kapazitive Last der Quelle (C_i) beeinflusst und muss bei der zeitlichen Dimensionierung in Betracht gezogen werden. Auch die Eingangskapazität (C_i) der Senke beeinflusst die zeitlichen Aspekte der Testimpulsauswertung. Die Größe dieser Kapazität (C_i) ist eine wichtige Information für den Anwender des Interface-Typs B.

Es wird empfohlen, die kapazitiven, induktiven und ohmschen Anteile der Leitungen zwischen Senke und Quelle bezüglich ihres Einflusses auf die Signalqualität zu berücksichtigen, dies wird aber hier nicht weiter betrachtet.

Produktinformation des Herstellers

Für eine Quelle des Interface-Typs B muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter	min.	typ.	max.
Testimpulsverzögerung Δt_i	Minimale Testimpulsverzögerung $\Delta t_{i,min}$	-	Maximale Testimpulsverzögerung $\Delta t_{i,max}$
Testimpulsdauer t_i	Minimale Testimpulsdauer $t_{i,min}$	-	Maximale Testimpulsdauer $t_{i,max}$
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min}	-	Maximales Testimpulsintervall T_{max}
Eingangskapazität C_i	-	-	Maximale Eingangskapazität $C_{i,max}$

Tabelle 5-3: Herstellerangaben Interface-Typ B – Quelle

Für eine Senke des Interface-Typs B muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter	min.	typ.	max.
Testimpulsverzögerung Δt_i	Minimale Testimpulsverzögerung $\Delta t_{i,min}$	-	Maximale Testimpulsverzögerung $\Delta t_{i,max}$
Testimpulsdauer t_i	Minimale Testimpulsdauer $t_{i,min}$	-	Maximale Testimpulsdauer $t_{i,max}$
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min}	-	Maximales Testimpulsintervall T_{max}
Eingangskapazität C_i	-	-	Maximale Eingangskapazität $C_{i,max}$

Tabelle 5-4: Herstellerangaben Interface-Typ B – Senke

Anwendungshinweise

Zur Überprüfung der richtigen Zusammenstellung von Signalquellen (z.B. Sensoren an einer Anlage) und Signalsenken (z.B. nachgeschalteten Steuerungen) ist wie folgt zu verfahren:

- Prüfung der Interface-Typen:
 - Quelle und Senke müssen vom Interface-Typ B sein.
- Prüfung der zeitlichen Parameter:
 - Vergleich des Testimpulsintervall T (min./max.) der Senke mit dem der Quelle. Das zulässige Testimpulsintervall T der Quelle muss im ausgegebenen Bereich der Senke sein.
 - Vergleich der zulässigen (min./max.) Testimpulsdauer t_i der Quelle mit der der Senke. Die Testimpulsdauer t_i der Senke sollte idealerweise etwas kleiner als die max. zulässige Testimpulsdauer der Quelle sein. Die minimal notwendige Testimpulsdauer t_i der Quelle muss betrachtet werden.
 - Die Testimpulsverzögerung Δt_i der Quelle muss mit der zulässigen Testimpulsverzögerung Δt_i der Senke übereinstimmen.

Bei der Reihenschaltung von Quellen addieren sich die Testimpulsverzögerung Δt_i der einzelnen Quellen. Mit der vorgesehenen zeitlichen Testimpulsverzögerung Δt_i ist es u.a. möglich, direkte Querschlüsse an der Senke zu erkennen.

5.3 Interface-Typ C

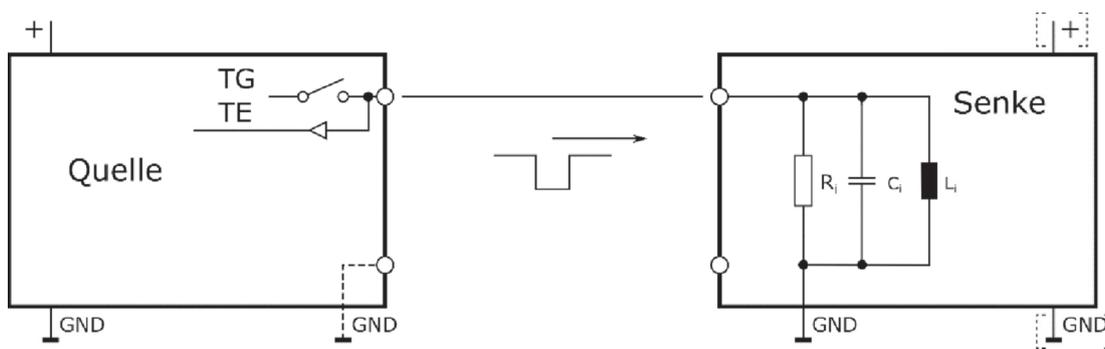


Abbildung 5-5: Interface-Typ C

Beschreibung:

Eine Quelle schaltet im eingeschalteten Zustand die Versorgungsspannung auf den Ausgang. Im ausgeschalteten Zustand wird der Ausgang von der Versorgungsspannung getrennt.

Im eingeschalteten Zustand sendet die Quelle Testimpulse auf den Ausgang. Die korrekte Funktion des Ausgangs wird in der Quelle selbst überwacht.

Die Senke muss die Testimpulse der Quelle ausblenden, um unbeabsichtigte Schaltvorgänge zu vermeiden. Die Erzeugung der Testimpulse in der Quelle, die Übertragung der Testimpulse auf der Leitung, und die Eingangsbeschaltung der Senke müssen aufeinander abgestimmt sein, um Fehlabschaltungen zu vermeiden.

Ein Versagen der Ausgangsschalteneinrichtung (z.B. bei einem Haftfehler) wird bei Interface-Typ C in der Quelle erkannt.

Beispiele:

Interface-Typ C wird häufig als „OSSD“-Ausgang (Output Signal Switching Device) – z.B. Sicherheitsausgänge bei Lichtgittern und Näherungsschaltern mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen gemäß EN 60947-5-3, etc. – verwendet. Die Geräte überprüfen als Quelle mit Testimpulsen die Funktion ihrer Ausgänge. Die Senke, z.B. Steuerungen, Relais oder Ventile, soll auf diese Testimpulse nicht reagieren. Wenn Geräte über eine Senke und eine Quelle verfügen, sind Reihenschaltungen von Geräten möglich. Daher wird der Interface-Typ C häufig z.B. für Stellungsüberwachungen eingesetzt.

5.3.1 Klassen

Quellen des Interface-Typs C sind entsprechend des Zeitverhaltens der Testimpulse in Klassen unterteilt. Bei der Kombination einer Quelle und einer Senke ist darauf zu achten, dass die Quelle immer eine gleiche oder höhere Klasse (d.h. kürzere Testimpulse) als die Senke haben muss.

Anmerkung 1: Prüfung der elektrischen Parameter: Grenzwerte der Senke bzw. Quelle dürfen nicht überschritten werden.

Anmerkung 2: Der Eingang der Senke darf maximal die Lastkapazitäten und -induktivitäten aufweisen, die in der Quelle spezifiziert sind. Der Kapazitäts- und Induktivitätsbelag von Verbindungsleitungen sollten hierbei berücksichtigt werden.

5.3.2 Statische Merkmale des Interface-Typs C

- Der Plus-Schaltende Ausgang (P-Schalter) der Quelle bestimmt den Schaltzustand des Systems.
- Alle Signale dieses Interface-Typs beziehen sich auf die Signalmasse (GND).
- Die elektrischen Kennwerte des Interface-Typs C orientieren sich an IEC 61131-2:2017 und werden hier nicht gesondert betrachtet.

5.3.3 Dynamische Merkmale des Interface-Typs C

Testimpulsdauer t_i

Die Dauer der Testimpulse t_i , die von einer Quelle einer bestimmten Klasse ausgegeben werden, dürfen die in Tabelle 5-5 angegebenen Testimpulsdauern t_i nicht überschreiten. Senken einer bestimmten Klasse vom Interface-Typ C dürfen auf die für diese Klasse definierten Testimpulse gemäß nicht funktional reagieren.

- Eine Unterbrechung der Testimpulse durch die Quelle durch weitere Signalfanken (z.B. für eine Datenübertragung) darf angewendet werden. Dabei ist die Zeit vom ersten Abschalten bis zum letzten Einschalten des Ausgangs als Testimpulslänge zu betrachten. Eine Senke muss eine solche Unterbrechung des Testimpulses innerhalb der gesetzten maximalen Testimpulsdauer ignorieren.

Anmerkung 1: Die Testimpulse müssen in der Senke ausgefiltert oder ausgeblendet werden, so dass keine funktionalen Einflüsse auftreten. Das Flackern oder Abdunkeln einer Leuchtanzeige für den Zustand des Eingangs wird toleriert.

Anmerkung 2: Das zeitliche Verhalten der Testimpulse der Quelle wird durch die induktive und kapazitive Last der Leitung und der Senke beeinflusst und muss bei der zeitlichen Dimensionierung in Betracht gezogen werden. Die Größe dieser Werte in der Senke bzw. die maximal zulässigen Werte für eine Quelle sind wichtige Informationen für den Anwender des Interface-Typs C.

Es wird empfohlen, den induktiven und kapazitiven Belag der Leitungen zwischen Senke und Quelle bezüglich ihres Einflusses auf die Signalqualität zu berücksichtigen. Dies wird aber hier nicht weiter ausgeführt.

Testimpulsintervall T

- Die Testimpulsdauer t_i sollte nicht mehr als 1 % des Testimpulsintervalls T betragen. Ist die Testimpulsdauer größer als 1 % des Testimpulsintervalls, so ist das Verhältnis t_i/T im Datenblatt explizit anzugeben.

Anmerkung: Senken einer bestimmten Klasse vom Interface-Typ C müssen so gebaut sein, dass es durch die wiederholten Testimpulse in den in Tabelle 5-5 definierten Intervallen nicht zu einer unzulässigen Absenkung des Energieniveaus im Eingang kommt (z.B. bei Spulen wie Relais und Ventilen).

5.3.4 Klasseneinteilung für Interface-Typ C (und D)

Parameter	Bezeichnung	Einheit	Wert		
			minimal	Nennwert	maximal
Klasse 0 (generisch)					
Testimpulsdauer	$t_{i,0}$	μs	-		frei*
Klasse 1					
Testimpulsdauer	$t_{i,1}$	μs	-		1000
Klasse 2					
Testimpulsdauer	$t_{i,2}$	μs	-		500
Klasse 3					
Testimpulsdauer	$t_{i,3}$	μs	-		100

*) Die Angaben werden individuell für das Gerät festgelegt.

Tabelle 5-5: Klasseneinteilung bei Interface-Typ C (und Typ D)

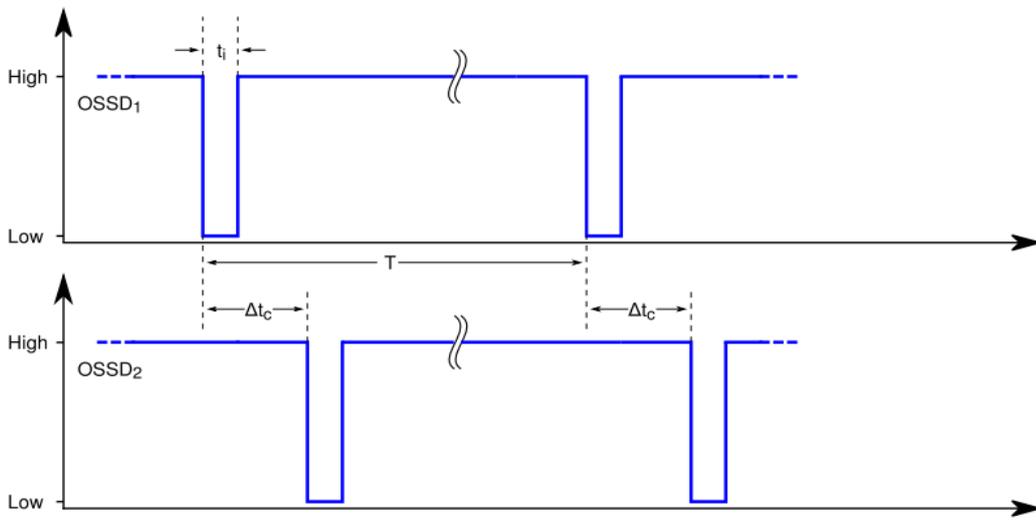


Abbildung 5-6: Dynamisches Verhalten Interface-Typ C

5.3.5 Anwendung im Bereich der Funktionalen Sicherheit

In einer Anwendung für die Sicherheitstechnik wird ein Interface vom Typ C zweikanalig mit zwei getrennten OSSD Ausgängen OSSD1 und OSSD2 ausgeführt. Für eine fehlerfreie Auswertung der Signale der Quelle in der Senke ergeben sich Anforderungen an das Zusammenspiel der beiden OSSD Ausgänge:

- Abfolge der Testimpulse auf den OSSD Ausgängen
- Diskrepanzzeit (Gleichzeitigkeit der Zustandsänderung der OSSD Ausgänge)

5.3.5.1 Abfolge der Testimpulse

Die Testimpulse werden für die Querschlusserkennung zwischen den OSSD Ausgängen verwendet.

Zusätzlich können die Testimpulse auch für die Diagnose von Fehlern der OSSD Ausgänge selbst und die Detektion von Fremdpotentialen auf den Ausgängen verwendet werden.

Empfohlen werden die zwei folgenden Ansätze für die Umsetzung eines zweikanaligen Systems:

- Quellen mit gleichzeitig auftretenden Testimpulsen
 - In diesen Quellen treten Testimpulse gelegentlich gleichzeitig auf. Die Phasenverschiebung t_c ist nicht definiert. Die maximale Zeit bis zur Erkennung eines Querschusses hängt davon ab, wie oft Testimpulse gleichzeitig oder zeitlich überlappt auftreten.
 - Gleichzeitige Testimpulse sind für die Senke von einer Abschaltung zunächst nicht unterscheidbar. Die Senke muss also gleichzeitige Abschaltungen zumindest für die klassenspezifische Testimpulsdauer t_i tolerieren, ohne eine Abschaltung zu erkennen.
- Quellen ohne gleichzeitig auftretende Testimpulse
 - In diesen Quellen dürfen Testimpulse nicht gleichzeitig auftreten. Ein Querschuss kann beim nächsten Testimpuls erkannt werden.

- Die Phasenverschiebung t_c soll mindestens zweimal so groß sein wie die für die Klasse definierte Testimpulsdauer t_i , um eine klare Unterscheidung in der Senke zu ermöglichen.

Anmerkung: Die Senke kann eine gleichzeitige Abschaltung beider OSSD schon vor Ablauf der Testimpulsdauer t_i als Abschaltung erkennen und ihrerseits reagieren. Um fehlerhafte Abschaltungen der Senke zu vermeiden, muss diese Eigenschaft der Quelle explizit spezifiziert sein. Mit dieser Eigenschaft einer Quelle kann die Reaktionszeit auf eine Abschaltung der OSSD in der Senke theoretisch unter die Testimpulsdauer t_i gesenkt werden. Im Fehlerfall wird eine einkanalige Abschaltung aber zunächst als Testimpuls interpretiert werden, wodurch sich die Reaktionszeit verlängert.

5.3.5.2 Diskrepanzzeit Δt_{dis}

In einem zweikanaligen System muss die Senke zur Erkennung von Fehlern die Schaltvorgänge der beiden OSSD auf Gleichzeitigkeit überprüfen. Ein zu großer Zeitversatz zwischen den Schaltzeitpunkten der beiden OSSD Ausgänge beim Ein- oder Ausschalten wird von der Senke als Fehler erkannt.

Um einen fehlerfreien Betrieb zu gewährleisten, muss die maximale Diskrepanzzeit Δt_{dis} einer Quelle ebenso spezifiziert sein wie die maximal zugelassene Diskrepanzzeit in der Senke. Die von der Senke tolerierte Diskrepanzzeit muss höher sein als die der Quelle.

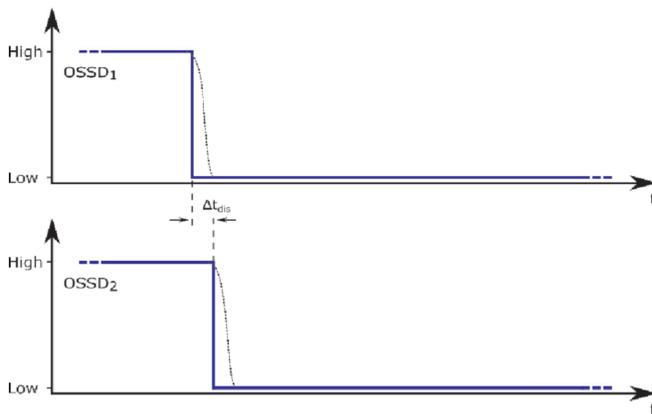


Abbildung 5-7: Diskrepanzzeit Δt_{dis} bei Interface-Typ C – fallende Flanke

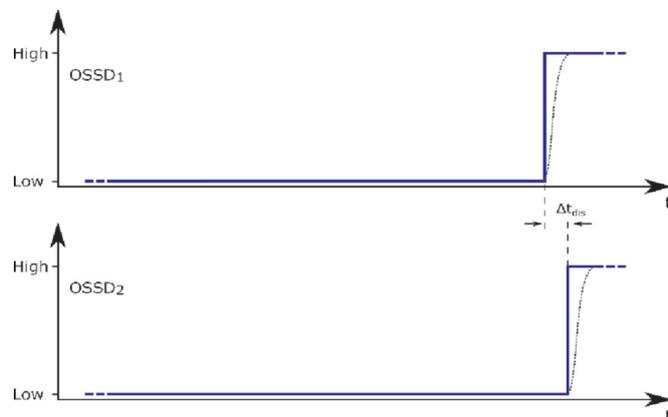


Abbildung 5-8: Diskrepanzzeit Δt_{dis} bei Interface Typ-C – steigende Flanke

5.3.6 Produktinformation des Herstellers

Für eine Quelle des Interface-Typs C muss der Hersteller die folgenden Angaben (siehe auch 5.3.3) in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter	min.	typ.	max.
Klasse	Angabe der Klasse gem. Tabelle 5-5		
Testimpulsdauer t_i	Minimale Testimpulsdauer t_{i_min} (*)	-	Maximale Testimpulsdauer t_{i_max}
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min} (**)	-	
Nennstrom I_N	-	-	Ausgangsstrom I_N
Kapazitive Last C_L	-	-	Maximale kapazitive Last C_{L_max}
Induktive Last L_L (*)	-	-	Maximale induktive Last L_{L_max}

(*) = optionale Angabe des Herstellers.

(**) = Angabe des Herstellers bei Verhältnis t_i/T größer 1 %.

Tabelle 5-6: Herstellerangaben Interface-Typ C – Quelle

Für eine Senke des Interface-Typs C muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter	min.	typ.	max.
Klasse	Angabe der Klasse gem. Tabelle 5-5		
Testimpulsdauer t_i	-	-	Maximale Testimpulsdauer t_{i_max}
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min}	-	
Eingangswiderstand R	Minimaler Eingangswiderstand R_{L_min}	-	-
Eingangskapazität C_L	-	-	Maximale Eingangskapazität C_{L_max}
Induktivität L_L (*)	-	-	Maximale Eingangsimpedanz L_{L_max}

(*) = optionale Angabe des Herstellers.

Tabelle 5-7: Herstellerangaben Interface-Typ C – Senke

5.3.7 Weitere Anwendungshinweise

Zur Überprüfung der richtigen Zusammenstellung von Signalquellen (z.B. Sensoren an einer Anlage) und Signalsenken (z.B. nachgeschalteten Steuerungen) wird wie folgt verfahren:

- 1) Prüfung der Interface-Typen: Quelle und Senke müssen beide ein Interface-Typ C sein.

2) Prüfung der Klasse: die Klasse der Senke muss zur Klasse der Quelle passen.

Anmerkung 1: Die Quelle muss wenigstens die gleiche oder eine höhere Klasse als die Senke haben. Eine Quelle Klasse 2 kann z.B. mit einer Senke Klasse 1 oder 2 betrieben werden, nicht aber mit einer Senke Klasse 3.

Anmerkung 2: Bei generischer Quelle oder Senke müssen die Herstellerangaben verglichen werden. Die maximale Testimpulsdauer der Quelle darf die maximale Testimpulsdauer der Senke nicht überschreiten.

Anmerkung 3: Das gewährleistete minimale Testimpulsintervall der Quelle muss größer sein als das geforderte minimale Testimpulsintervall der Senke.

3) Prüfung der elektrischen Parameter: Die Belastung durch die Senke darf die Grenzwerte der Quelle nicht überschreiten.

Anmerkung 4: Der Eingang der Senke darf maximal die Lastkapazitäten und -induktivitäten aufweisen, die in der Quelle spezifiziert sind. Der Kapazitäts- und Induktivitätsbelag von Verbindungsleitungen muss hierbei berücksichtigt werden.

5.4 Interface-Typ D

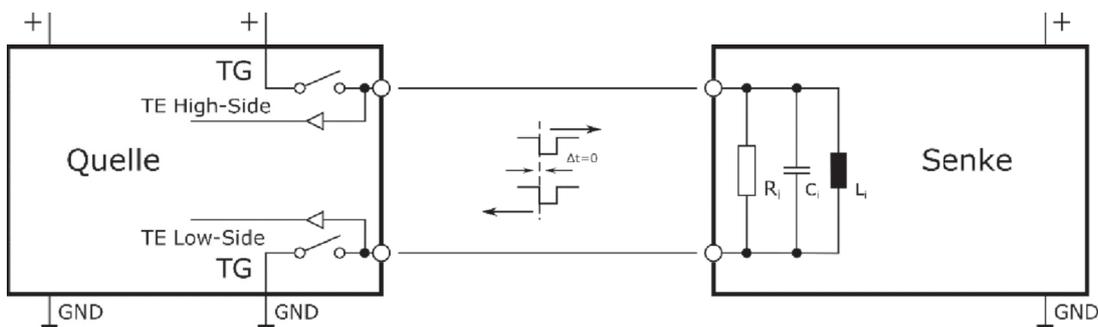


Abbildung 5-9: Interface-Typ D

Der Interface-Typ D dient vorwiegend zum sicheren Schalten von Aktoren, wie z. B. Schütze, Motoren und Ventile, oder zum vollständigen Freischalten der Betriebsspannung von elektrischen/elektronischen Baugruppen und Geräten. Der Unterschied zum reinen Plus-Schaltenden Ausgang (P-Schalter, siehe Interface-Typ C) ist insbesondere, dass auch die Rückleitung geschaltet und vor allem getestet wird und somit Fehler in der Rückleitung wie z.B. Kurzschlüsse gegen 0 V detektiert werden können. Spannungsverschleppung durch einen gemeinsamen, aber schwebenden 0 V Anschlusspunkt wird durch diese Anschlussart vermieden.

Weiterhin kann mit 2 Leitungen zweikanalig abgeschaltet werden, so dass kein einzelner Kurzschluss auf einen der Leiter zu unzulässigem Schalten des Aktors führt. Die Quelle gibt dazu Testimpulse an die Senke aus. Die Testimpulse werden von der Quelle ausgewertet. Durch die Senke werden die Testimpulse weder verfälscht noch verzögert.

Die Senke kann induktive, kapazitive und ohmsche Anteile haben, z.B. Aktoren wie Ventile, Schütze, Antriebe, aber auch komplette Geräte. Die Quelle ist typischerweise eine Sicherheitssteuerung oder ein Sicherheitsschaltgerät mit bipolarem Ausgang.

5.4.1 Statische Merkmale der Quelle des Interface-Typs D

- 1) Die Quelle besitzt eine definierte Impedanz, die Teil der technischen Angaben sein muss. Sie schaltet eine Last in einem definierten Ausgangstrombereich zweipolig (P, N) EIN bzw. AUS.
- 2) EIN-Zustand bedeutet, dass spätestens bei I_{max} der Quelle der Ausgangspegel für den EIN-Zustand der Senke erreicht werden muss. AUS-Zustand bedeutet, dass spätestens bei I_{min} der Quelle der Ausgangspegel für den AUS-Zustand der Senke erreicht werden muss.

5.4.2 Dynamische Merkmale der Quelle des Interface-Typs D

- 1) Zur Quer- und Kurzschlusserkennung werden definierte Testimpulse generiert. Das Testimpulsintervall und die Testimpulsdauer sind anzugeben.

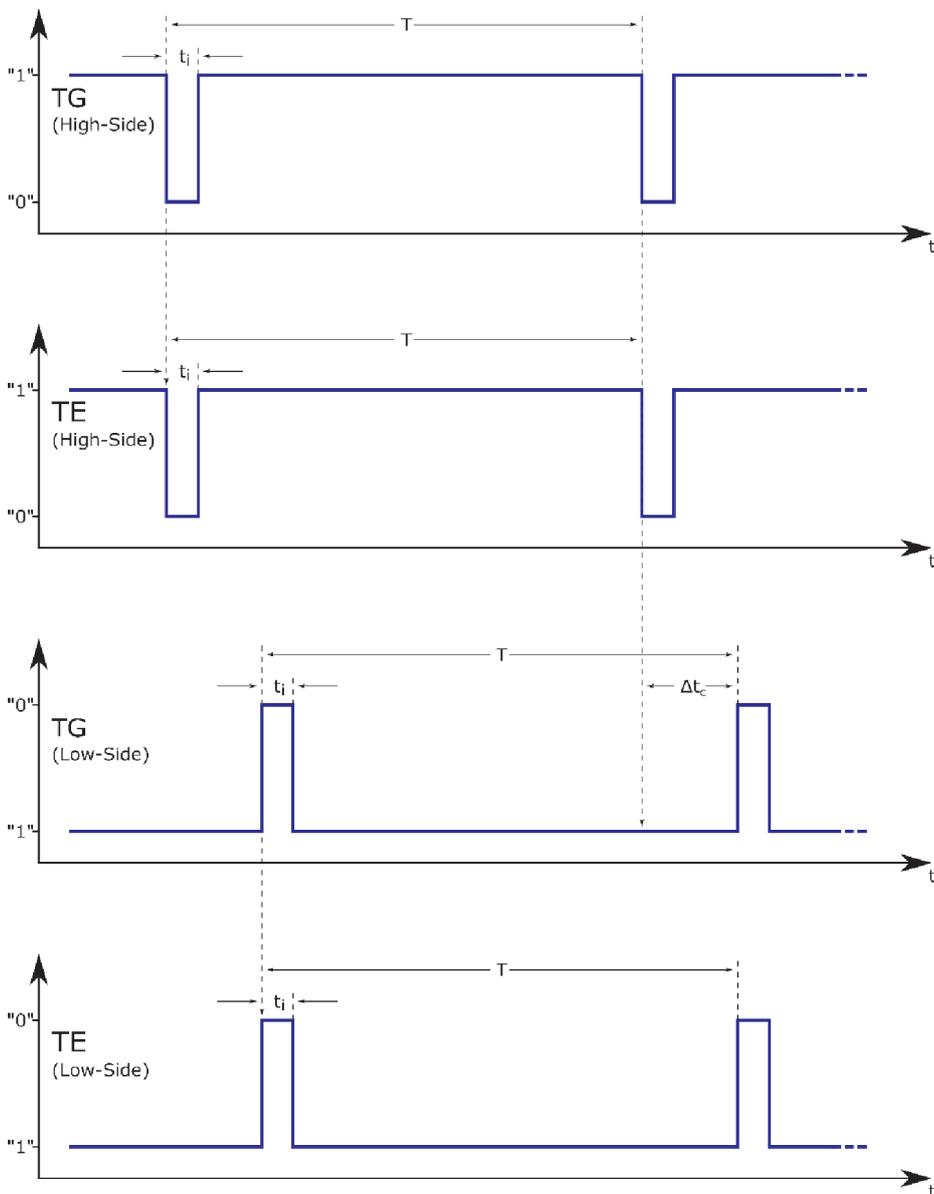


Abbildung 5-10: Dynamisches Verhalten Interface-Typ D

- 2) Die dann durch die regelmäßige Testung umgeladenen induktiven oder auch kapazitiven Energien sind bezüglich der zulässigen Verlustleistung von Quelle, aber auch von Senke zu berücksichtigen und müssen daher für diesen Interface-Typ definiert sein.

5.4.3 Produktinformation des Herstellers

Für eine Quelle des Interface-Typs D muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen:

Parameter	min.	typ.	max.
Klasse	Angabe der Klasse gem. Tabelle 5-5		
Testimpulsdauer t_i	Minimale Testimpulsdauer t_i	-	Maximale Testimpulsdauer t_i
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min}	-	-
Leckstrom $I_{Leakage}$ des Ausgangs im AUS-Zustand	-	-	Maximaler Ausgangsstrom $I_{Leakage}$
Nennstrom I_N des Ausgangs im EIN-Zustand	-	-	Nennstrom I_N
Kapazitive Last C_L	-	-	Maximale kapazitive Last C_L
Induktive Last L_L	-	-	Maximale induktive Last L_L

Tabelle 5-8: Herstellerangaben Interface-Typ D – Quelle

5.4.4 Klassen

Die Interface-Typ-D-Geräte sind entsprechend dem Zeitverhalten der Testimpulse in Klassen unterteilt. Bei der Kombination einer Quelle und einer Senke ist darauf zu achten, dass die Quelle immer eine gleiche oder höhere Klasse (d.h. kürzere Testimpulse) als die Senke haben muss (siehe Tabelle 5 5).

5.4.4.1 Statische Merkmale der Senke Interface-Typ D

- 1) Die Senke besitzt eine definierte Impedanz, die Teil der technischen Angaben sein muss.
- 2) Insbesondere der benötigte minimale Strom für den EIN-Zustand wie auch der maximal zulässige Leckstrom für den AUS-Zustand muss von der Quelle eingehalten werden können.
- 3) Die Senke muss die Betriebsart „bipolar abschaltbar“ ausweisen.
- 4) Die Senke muss zweipolig abschaltbar sein (z.B. kein gemeinsamer 0 Volt Anschluss zu anderen Senken).

5.4.4.2 Dynamische Merkmale der Senke des Interface-Typs D

- 1) Wenn die Senke definierte Testimpulse der Quelle zulässt, müssen die Grenzwerte für Testimpulsintervall und Testimpulsdauer für die Senke angegeben werden.

2) Die dann durch die regelmäßige Testung umgeladenen induktiven oder auch kapazitiven Energien sind bezüglich der zulässigen Verlustleistung von Quelle, aber auch von Senke zu berücksichtigen und müssen daher für diesen Interface-Typ definiert sein.

5.4.5 Produktinformation des Herstellers

Für eine Senke des Interface-Typs D muss der Hersteller die folgenden Angaben in der Anwenderdokumentation machen.

Parameter	min.	typ.	max.
Klasse	Angabe der Klasse gemäß Tabelle 5-5		
Testimpulsdauer t_i	-	-	Maximale Testimpulsdauer t_i am Eingang
Testimpulsintervall T	Minimales Testimpulsintervall T_{min} am Eingang	-	-
Eingangswiderstand R	Minimaler Eingangswiderstand R_L	-	-
Eingangsstrom I_{ON} im EIN-Zustand	Minimaler Eingangsstrom I_{ONmin}	-	-
Eingangsstrom I_{OFF} im AUS-Zustand	-	-	Maximaler Eingangsstrom I_{OFFmax}
Eingangskapazität C_L	-	-	Maximale Eingangskapazität C_L
Eingangsinduktivität L_L	-	-	Maximale Eingangsinduktivität L_L

Tabelle 5-9: Herstellerangaben Interface-Typ D – Senke

5.4.5.1 Klassen

Die Interface-Typ-D-Geräte sind entsprechend dem Zeitverhalten der Testimpulse in Klassen unterteilt. Bei der Kombination einer Quelle und einer Senke ist darauf zu achten, dass die Quelle immer eine gleiche oder höhere Klasse (kürzere Testimpulse) als die Senke haben muss (siehe Tabelle 5-5).

5.4.5.2 Anwendungshinweis

Der maximale Eingangsstrom der Senke I_{OFFmax} für den AUS-Zustand der Senke muss größer sein als der maximale Leckstrom der Quelle.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5-1: Interface-Typ A	6
Abbildung 5-2: Interface-Typ B	8
Abbildung 5-3: Testimpulsverzögerung Δt_i , sehr viel kleiner als t_i	9
Abbildung 5-4: Testimpulsverzögerung Δt_i , größer t_i	9
Abbildung 5-5: Interface-Typ C	11
Abbildung 5-6: Dynamisches Verhalten Interface-Typ C	14
Abbildung 5-7: Diskrepanzzeit Δt_{dis} bei Interface-Typ C – fallende Flanke	15
Abbildung 5-8: Diskrepanzzeit Δt_{dis} bei Interface-Typ C – steigende Flanke	15
Abbildung 5-9: Interface-Typ D	17
Abbildung 5-10: Dynamisches Verhalten Interface-Typ D	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Elektrische Basis-Parameter	4
Tabelle 4-2: Aufbau Kennzeichnungsschlüssel	4
Tabelle 5-1: Herstellerangaben Interface-Typ A – Quelle	7
Tabelle 5-2: Herstellerangaben Interface-Typ A – Senke	7
Tabelle 5-3: Herstellerangaben Interface-Typ B – Quelle	10
Tabelle 5-4: Herstellerangaben Interface-Typ B – Senke	10
Tabelle 5-5: Klasseneinteilung bei Interface-Typ C (und Typ D)	13
Tabelle 5-6: Herstellerangaben Interface-Typ C – Quelle	16
Tabelle 5-7: Herstellerangaben Interface-Typ C – Senke	16
Tabelle 5-8: Herstellerangaben Interface-Typ D – Quelle	19
Tabelle 5-9: Herstellerangaben Interface-Typ D – Senke	20



Redaktion

Frank Bauder	Leuze electronic
Helmut Börjes	Wago Kontakttechnik
Dr. Tilmann Bork	Festo
Carsten Gregorius	Phoenix Contact
Joachim Greis	Beckhoff Automation
Richard Holz	Euchner
Kai Hingst	ifm efector
Dieter Kaesser	ABB
Jürgen Leng	Schlegel
Frank Schmidt	K.A. Schmersal
Klaus Stark	Pilz
Manfred Strobel	ifm electronic
Hans-Joerg Stubenrauch	Sick

Impressum

Positionspapier CB 24 I

Klassifizierung binärer 24-V-Schnittstellen mit Testung im Bereich der Funktionalen Sicherheit

Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Fachverband Automation

Lyoner Straße 9 · 60528 Frankfurt

Ansprechpartner: Dr. Markus Winzenick

Telefon: +49 69 6302-426

E-Mail: winzenick@zvei.org

www.zvei.org

Mai 2021

Trotz größtmöglicher Sorgfalt übernimmt der ZVEI keine Haftung für den Inhalt. Alle Rechte, insbesondere die zur Speicherung, Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten.

ZVEI Empfehlungen sind technische Beschreibungen, die innerhalb eines Arbeitskreises von Unternehmen in effizienter Weise erarbeitet werden.

Die Arbeitskreise sind für alle Mitglieder offen. Die ZVEI Empfehlungen stehen öffentlich zur Verfügung.

ZVEI Empfehlungen haben einen vornormativen Charakter und tragen der schnellen dynamischen Entwicklung der Technik Rechnung, indem grundsätzlich ein Thema beschrieben wird, um dann im Normungsprozess in den entsprechenden Organisationen DKE, DIN, CEN, CENELEC, IEC, ISO oder ETSI bearbeitet zu werden.

Bei der Erstellung der ZVEI Empfehlung sind die geltenden kartellrechtlichen Aspekte jeder Zeit einzuhalten.