
E527.16 Application Note

V1.1 GER

mechaless[®]
member of the elmos group

Mechaless Systems GmbH
TRIWO Technopark, Geb. 5108
Werner-von-Siemens-Straße 2-6
76646 Bruchsal

Tel.: +49 (0) 7251 50513-0
Fax: +49 (0) 7251 50513-11
info@mechaless.com
www.mechaless.com

E527.16 Application Note

Warum Gestenevents mit aufwändiger Elektronik selbst entwickeln, wenn der Elmos-Baustein E527.16 das alles doch schon kann?

MECHALESS nutzt diesen Baustein in seiner minimalsten Beschaltung als Referenz:

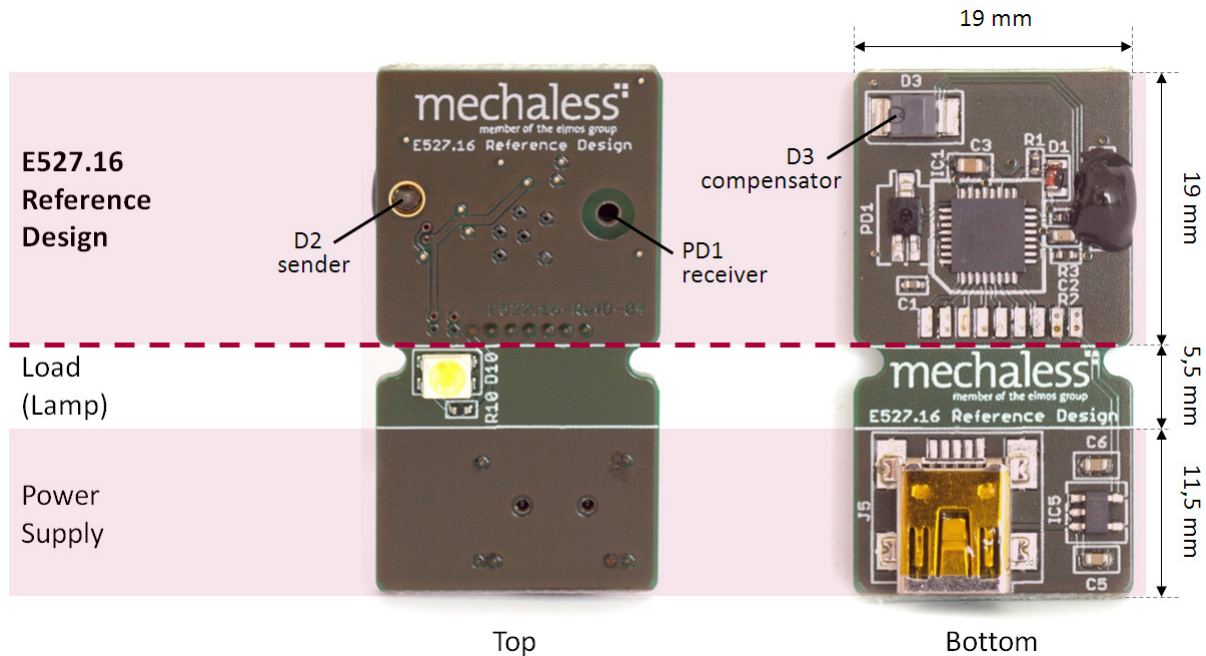


Abbildung 1: E527.16 Reference Design, Top- und Bottom-Bestückung

Was kann es?

Das Funktionsprinzip scheint simpel, ist aber tatsächlich ziemlich clever gelöst. Es handelt sich hierbei um einen mechanikfreien, berührungslosen Schalter inkl. Annäherungserkennung inkl. PWM-Ausgang. So kann nahezu jeder bestehende Schalter direkt mit dem E527.16 Reference Design zu einem berührungslosen Schalter umgebaut werden, um folgende Vorteile zu nutzen:

- + berührungsloses Schalten in einem Abstand von bis zu 25cm durch eine einfache Geste
- + erkennen eines Objektes (z.B. Hand) im aktiven Sensorbereich
- + abstandsabhängiges Steuern eines externen Eingangs (z.B. Lampenhelligkeit) via PWM

Wie funktioniert es?

Das Sensorprinzip stellt eine Art „Reflexionslichtschranke“ dar. Es handelt sich also um eine optische Sensorik. Der Clou hierbei ist das HALIOS®-Prinzip (High Ambient Light Independent Optical System).

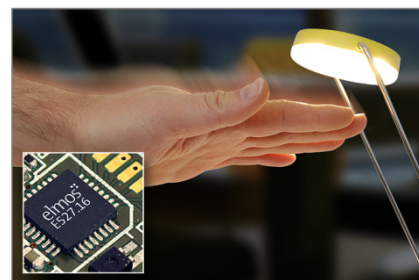
Durch ein optisches Kompensationsverfahren werden alle relevanten Störeinflüsse deutlich unterdrückt: Temperatur, Dunkelheit, volle Sonnenbestrahlung, Verschmutzung, schnelle und langsame Lichtwechsel. Dabei ist das empfangene Messsignal in der Fotodiode prinzipbedingt immer auf Null ausgeregelt und kann dadurch optimal empfindlich eingestellt werden.

Da das Sensorsystem prinzipbedingt auf Reflexionsgradänderungen reagiert, muss das Objekt zwingend reflektierend sein. Eine menschliche Hand weist durchschnittlich ca. 40..60% Reflexion auf (zum Vergleich: ein weißes Blatt Papier hat mehr als 80% Reflexion). Zudem streut die Oberfläche der Hand zusätzlich das auftreffende Licht in viele Richtungen. Trotzdem erreicht das hier vorgestellte E527.16 Reference Design eine erstaunliche Reichweite von bis zu 25cm.

Das MECHALESS E527.16 Reference Design ist durch den gesamten Aufbau, die Bauteileauswahl und die Platzierung perfekt abgestimmt. Dadurch garantieren wir die bestmögliche Performance und den vollen Funktionsumfang – ohne jegliche Anpassung oder Parametrierung durch den Anwender. Einfach anschließen und loslegen!

Anwendungsbeispiele

- ▶ Lampe: ein/aus, dimmen, Vorfeldbeleuchtung
- ▶ Objekte zählen
- ▶ Belegungserkennung (Totmann-Schaltung)
- ▶ Annäherung erkennen
- ▶ Einschalt-/Ausschaltautomatik
- ▶ Vorfeldererkennung von Objekten
- ▶ ...



Warum ist die Beschaltung so einfach?

Das Elmos-IC E527.16 bringt die HALIOS[®]-Regelung sowie die gesamte nachgeschaltete Logik schon mit. Alles ist integriert und optimal abgestimmt. Mit geringem Aufwand und wenigen externen Bauteilen ist der gesamte Elektronikteil schon erledigt. In dem hier gezeigten einfachsten Fall genügen jeweils zwei Widerstände, Kondensatoren, IR-LEDs und eine Fotodiode. Fertig.

Alle für die Applikation notwendigen Signale stehen an den zugehörigen digitalen Ausgängen zur Verfügung und können dort direkt abgegriffen werden. Es ist keinerlei externe Kalibrierung notwendig. Alle Funktionen und charakteristischen Parameter sind fix im IC integriert und müssen nicht extra angepasst werden. Eine Verknüpfung der Ausgänge für eigene Anwendungen oder eine Anbindung an einen externen Mikrocontroller ist jederzeit möglich.

Die Vorteile liegen auf der Hand

Alles in Allem eine innovative Bedienung, robust gegen alle relevanten Störeinflüsse der Umgebung. Hand hin, Hand weg – einfacher kann ein Schaltvorgang nicht sein. Abstandsabhängiges Dimmen mit sofortiger Rückmeldung über beispielsweise das angesteuerte Leuchtmittel – intuitiver geht's nicht.

Ein berührungsloser Schalter hat keine mechanischen Bauteile und somit keinen Verschleiß. Dadurch, dass sich nichts bewegt, wird keine „durchbrochene Oberfläche“ benötigt. Eine Schaltwippe (Wandinstallation im Heimgebrauch) hat beispielsweise einen festen Rahmen und eine bewegliche Wippe (Schalter). Dazwischen befindet sich ein Spalt, ansonsten könnte sich die Wippe ja nicht bewegen. Diese Mechanik und der „Durchbruch der Oberfläche“ (Spalt) gehören hiermit der Vergangenheit an.

Auf dem E527.16 Reference Design befinden sich keine Bauteile auf der Oberseite der Platine, d.h. der komplette Sensor kann direkt hinter einer geschlossenen Oberfläche (Abdeckung) verbaut

werden. Voraussetzung: die IR-Transparenz der Abdeckung sollte mehr als 70% betragen. Schließlich muss die Sendeleistung zuerst durch die Abdeckung hindurch (z.B. -30%) auf das Objekt treffen und auch wieder zurückreflektiert werden (Hand z.B. -40%). Dabei wird die Abdeckung auf dem Rückweg nochmals durchlaufen (-30%) und ein weiterer IR-Verlust entsteht. Hier ergibt sich schon eine erhebliche Menge an Verlusten.

Eine Abdeckung sollte bestenfalls direkt auf der Platine aufliegen. Hierbei ist von Vorteil, dass sich keine Bauteile auf der Oberseite des E527.16 Reference Designs befinden. Dadurch kann die Abdeckung direkt und problemlos ohne zusätzlichen Höhenverlust platziert werden. Es können Materialien mit bis zu ca. 15mm Dicke direkt aufgelegt werden, insofern die IR-Transparenz des Materials nicht zu gering ist.

Wird eine Abdeckung mit einem Abstand zur Platinenoberseite aufgelegt, werden über diesen Abstand und das nun „gesehene Objekt“ (Unterseite/Oberseite der Abdeckung) parasitäre Reflexionen erzeugt. Bei einem Abstand von bis zu ca. 4mm können hierbei Materialstärken von bis zu ca. 5mm ohne Beeinflussung platziert werden.

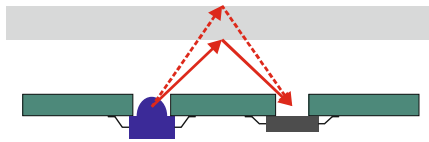


Abbildung 2: parasitäre Reflexionen

Durch einfaches Ausprobieren mit verschiedenen Abständen kann der Anwender schnell selbst entscheiden, ob die gegebene Abdeckung in der gewünschten Position die Funktion bzw. Reichweite beeinträchtigt.

Da der Schalter nicht berührt wird, ist er frei von Schmutz. Und sollte er doch einmal verschmutzt sein, kann er problemlos abgewischt werden – eine glatte Oberfläche macht's möglich. Anders herum gesehen hat der Bediener die Möglichkeit, mit verschmutzten Händen berührungslos zu schalten, z.B. während des Kochens.

Sollte sich im Laufe der Zeit ein Teil der optischen Strecke „verändern“ (Schmutz, Kratzer, Temperatureinflüsse etc.), stellt der interne Kalibrieralgorithmus den Grundzustand wieder her, so dass die Funktion immer gegeben ist. Die Kalibrierung regelt die benötigten Signale alle 3 Sekunden unmerkbar im Hintergrund aus.

Der Aufbau – Elektronik

Ein bisschen Elektronik muss sein. Zumindest das Herzstück des Sensors, der E527.16, ist notwendig. Dieser benötigt eine Spannungsversorgung von 3.3V, welche zudem für die Bestromung der IR-LEDs verwendet wird. Um diese Spannung zu stabilisieren, wird mindestens eine Kapazität von 2.2µF direkt am E527.16 als Stützkondensator benötigt (C2).

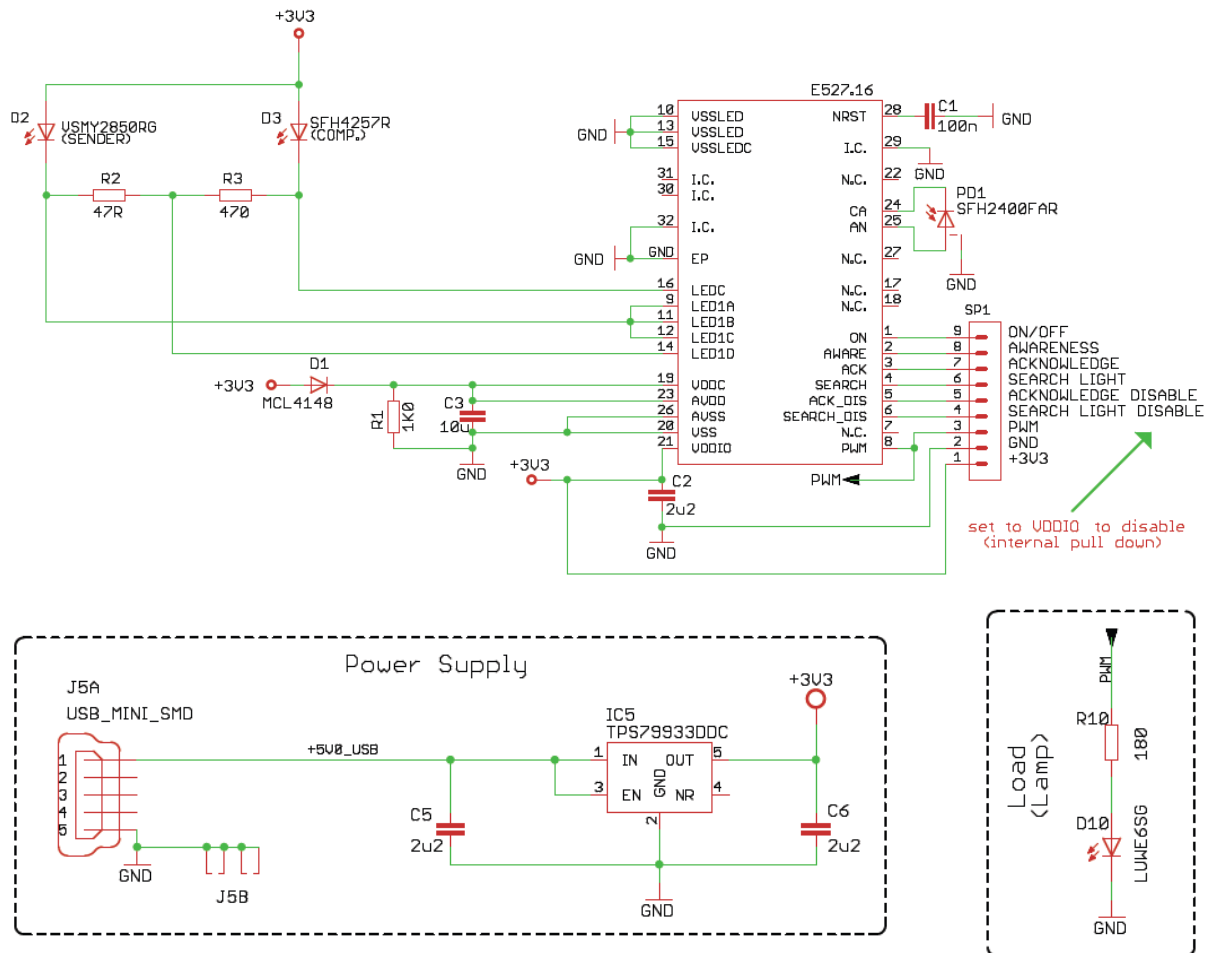


Abbildung 3: E527.16 Reference Design Schaltplan

Stehen zusätzlich 2.5V zur Verfügung, kann auch die Core- und Analog-Spannung direkt damit versorgt werden. Im MECHALESS E527.16 Reference Design wird diese Versorgung durch den Spannungsabfall von ca. 0.7V an 3.3V mit einer einfachen Diode in Vorwärtsrichtung „generiert“ und extra gepuffert (D1, R1, C3). Ausreichend!

Ein Reset-Kondensator (C1) am „active low input“ NRST ist mit 100nF gegen GND vorzusehen. Jetzt fehlt nur noch die Sensorik selbst. Der Empfänger ist eine Fotodiode mit 1mm² sensitiver Fläche, der Sender eine IR-LED mit 850nm Wellenlänge und einer optischen Leistung von ca. 45mW@80mA bei einem Halbwinkel von 10°. Der Kompensator ist zwingend mit der gleichen Wellenlänge wie der Sender zu betreiben. Im E527.16 Reference Design ist eine IR-LED mit 850nm bei einem Halbwinkel von 60° im Einsatz. Die Sende-LED liegt anodenseitig direkt an 3.3V, die Kathode ist mit den LED-Ausgängen des E527.16 verbunden (LED1A..LED1D). Diese Ausgänge liefern zusammen nun gepulst max. 80mA Spitzenstrom. Die Kompensations-LED liegt, wie die Sende-LED, anodenseitig direkt an 3.3V und die Kathode ist mit dem Ausgang LEDC des E527.16 verbunden. Um einen optimalen Ruhewert zu erhalten (HALIOS®-Regelung ohne Objekt), wird hier die sogenannte *elektro-optische Grundkopplung* angewendet (EOGK).

Kurze Erklärung zur EOGK für Interessierte: Der Ausgangsstrom *LED1D* des E527.16 wird über die Widerstände *R2/R3* im Verhältnis von ca. 10:1 geteilt. D.h. es stehen im Hauptpfad (Sendepfad) ca. 90% des Sendestromes vom Ausgang *LED1D* direkt für die Sende-LED zur Verfügung. Die verbleibenden über *R3* abgezweigten 10% werden zur Erzeugung der EOGK in die Kompensations-LED geführt. Dies bewirkt, dass der HALIOS[®]-Regelkreis im E527.16 beide Signale (Sende- und Kompensationsanteile) auch ohne direkte Objektkopplung empfängt und dadurch der Regelkreis geschlossen ist. Da all diese Abläufe intern im E527.16 geregelt werden, braucht der Anwender sich hier nicht weiter um einen Abgleich zu kümmern.

Die Fotodiode ist direkt mit den Eingangspins *AN* und *CA* verbunden, wobei „direkt“ auch „so direkt wie möglich“ bedeutet, um hier möglichst keine Störungen einzufangen. D.h. dass hier die kleinste und kürzeste elektrische Schleife zur Anbindung der Fotodiode gefordert ist. Schließlich arbeitet das System bei einem Eingangsstrom des Empfängers von unter 100nA.

Der Aufbau – Optik

Da es sich um ein optisches System handelt, nun ein kleiner Exkurs zu diesem Thema. Die Sende-LED (1) sendet gepulste „unsichtbare“ IR-Energie aus. Diese für den Menschen unbedenkliche Energie muss über das Objekt (Hand) auf den Empfänger (Fotodiode) (3) reflektiert werden (Objekt- bzw. Nutzkopplung, roter Pfeil in Abbildung 4) und stellt dadurch eine objektabhängige Messgröße dar. Ebenso muss die Kompensations-LED (4) IR-Energie auf den Empfänger einbringen, und zwar phaseninvertiert und ohne über das Objekt zu koppeln (Kompensations- bzw. Referenzkopplung, gelber Pfeil in Abbildung 5). Das erhaltene Signal an der Fotodiode ist im ausgeregelten Zustand „Null“ (gepulste Sende-Energie *minus* phaseninvertiert gepulste Kompensationsenergie *ergibt Null*). Das ist das HALIOS[®]-Prinzip mit einer Referenz-Strecke (der Kompensator dient als Referenz). Im Zustand ohne Objekt muss ein Grundgleichgewicht dieser beiden IR-Energien hergestellt werden (optische Grundkopplung).

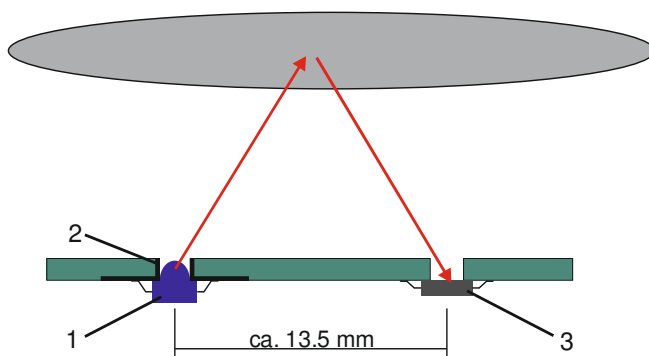


Abbildung 4: Definition der Objekt- bzw. Nutzkopplung

Hier kommt ein simpler Trick zum Einsatz, um das gewünschte Grundgleichgewicht am HALIOS[®]-Reglereingang zu erhalten. Die Frage hierbei lautet: „Wie bekomme ich die Kompensations-Energie ohne Objektkopplung direkt auf die Fotodiode geleitet?“ Die Antwort: „Indem man das Platinen-Material als Lichtleiter nutzt.“

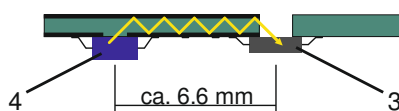


Abbildung 5: Platine als Lichtleiter für die Kompensationsstrecke

Alle relevanten Bauteile befinden sich auf der Rückseite der Platine des E527.16 Reference Designs. Die optoelektronischen Bauteile, welche nach außen „schauen“ müssen, sind „reverse“ bestückt und durch eine Bohrung freigegeben.

Das ist zum einen die Sende-LED (1), welche durch eine Bohrung direkt auf das Objekt strahlen kann. Die Wand dieser Bohrung ist durch eine Kupferschicht (ein sogenanntes *Via*) (2) optisch „versiegelt“. Schließlich handelt es sich hierbei um die Objekt- bzw. Nutzkopplung, und diese muss kontrolliert auf das Objekt geleitet werden. Einstreuungen der Sende-LED, welche direkt auf die Fotodiode einwirken, machen das System unempfindlicher. Deshalb sollte so wenig wie möglich optische Energie direkt und ohne den Weg über das Objekt in die Fotodiode einstrahlen.

Zum anderen „schaut“ die Fotodiode als Empfänger (3) durch eine Öffnung direkt auf das Objekt. Diese Bohrung darf nicht durch ein *Via* abgedeckt sein. Hintergrund ist die gewollte Einkopplung des Kompensations-Lichts über die Platine als Lichtleiter.

Die Kompensations-LED (4) strahlt, ebenfalls „reverse“ bestückt, direkt in die Platine, wobei diese selbst als Lichtleiter dient und die gewünschte Kompensations-Energie direkt durch das Platinen-Material auf die Fotodiode leitet. Eine Platine besteht aus dem Material *FR4* (Epoxidharz und Glasfasergewebe) und kann IR-Energie hervorragend optisch leiten. Damit die Kompensations-Energie gut in die Platine einkoppelt, darf bei der Kompensations-LED keine durchgehende Bohrung gesetzt sein. Zudem sollte die Oberseite der Platine auf dem Weg vom Kompensator zur Fotodiode durch eine Kupferschicht abgedeckt sein, um die Energie in der Platine zu halten und nicht zum Messobjekt gelangen zu lassen. Auch der Weg der Energie zur Fotodiode hin sollte nicht durch externe Bauteile blockiert sein. So gesehen einfach die gesamte Strecke freistellen und auch intern keine weiteren Layer einplanen, die blockieren könnten. So ist es auf dem E527.16 Reference Design vorbildlich gelöst.

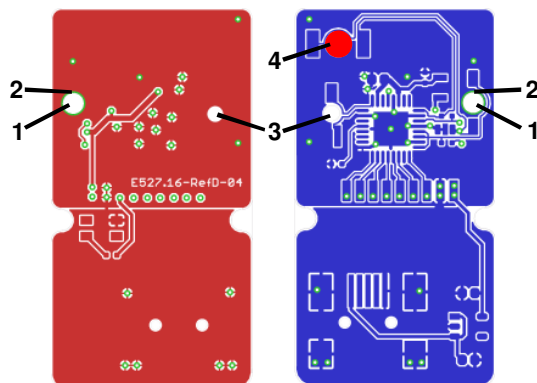


Abbildung 6: Platzierung der optoelektronischen Bauteile

FAZIT

Folgende optische Lichtwege sind aktiv:

(1) Kompensations- bzw. Referenzkopplung (Signal in Phase A)

- ▶ Kompensations-LED (IR-Energie) ⇨ Platine (FR4) ⇨ Empfänger (Fotodiode)

(2) Objekt- bzw. Nutzkopplung (Signal in Phase B)

- ▶ Sende-LED (IR-Energie) ⇨ Objekt (Hand) ⇨ Empfänger (Fotodiode)

Folgender zusätzlicher elektrischer Weg ist immer aktiv für die EOGK:

(3) elektrisch erzeugte Grundkopplung (Signal in Phase B)

- ▶ Sender-Treiber (elektr. Strom) ⇨ Stromteiler ⇨ Kompensations-LED (elektr. Energie)

Der daraus resultierende optische Lichtweg:

- ▶ Kompensations-LED (IR-Energie) ⇨ Platine (FR4) ⇨ Empfänger (Fotodiode)

Das Ergebnis

Folgende Kopplungen ergeben sich aus den Signalphasen A und B:

ohne Objekt

- ▶ (1) + (3) ergibt ausgeregelt das typische HALIOS® Nullsignal

mit Objekt

- ▶ (1) + (2) + (3) ergibt mit der Stellgröße (Ausgangssignal) ausgeregelt das HALIOS® Nullsignal

Um die nicht gewünschte parasitäre Einkopplung eines Teils der Sende-IR-Energie über die Rückseite der Platine zu vermeiden, ist beim E527.16 Reference Design zusätzlich zu dem vorhandenen Via in der Bohrung die Sende-LED rückwärtig mit IR-undurchlässigem Lack versehen (siehe folgende Abbildung).

Beim Einbau des Sensors in ein Gehäuse mit definierter Reflexionseigenschaft kann diese optische Kapselung entfallen.

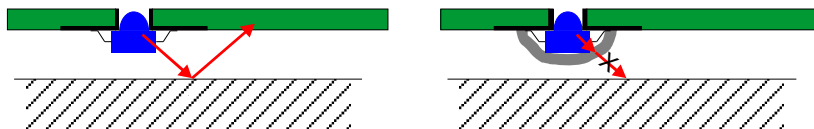


Abbildung 7: Vermeiden parasitärer IR-Einstreuungen in die Platine

Ausgangsbeschaltung

Das E527.16 IC hat mehrere Ausgangspins, welche am Reference Design auf der Platine direkt abgreifbar auf entsprechenden Löt pads zur Verfügung stehen. Es handelt sich um 3.3V-Digitalsignale. Zudem stehen 2 Eingänge zur Verfügung, um bestimmte Funktionen bewusst und bei Bedarf auszuschalten.

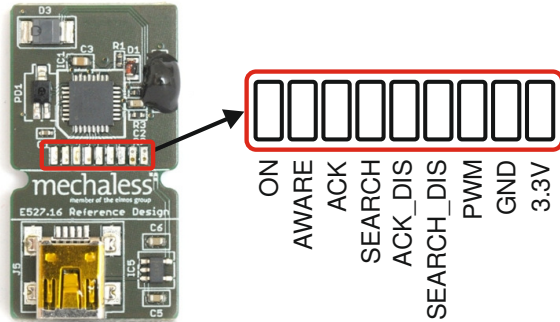


Abbildung 8: Funktions-Belegung der Anschluss-Pads

Jede Funktion ist einer Geste zugewiesen. Unterschieden wird zwischen:

- ▶ Objekterkennung: AWARENESS
- ▶ ein- bzw. ausschalten: TAP / WIPE
- ▶ dimmen: PROXIMITY

Mit diesen Gesten werden die Ausgangszustände geschaltet und somit das Leuchtmittel gesteuert.

Geste	Funktion	Piktogramm (Sensorbereich)	Leuchte	Ein-/Ausgänge														
NO OBJECT	keine		0%	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>0%</td></tr> </table>	ON	LOW	AWARE	LOW	ACK	LOW	SEARCH	LOW	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	0%
ON	LOW																	
AWARE	LOW																	
ACK	LOW																	
SEARCH	LOW																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	0%																	
AWARENESS	Objekt-erkennung		1.2%	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>1.2%</td></tr> </table>	ON	LOW	AWARE	HIGH	ACK	LOW	SEARCH	HIGH	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	1.2%
ON	LOW																	
AWARE	HIGH																	
ACK	LOW																	
SEARCH	HIGH																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	1.2%																	
<p>Sobald sich ein Objekt (Hand) im Erfassungsbereich befindet, schaltet der Ausgang <i>AWARENESS</i> auf <i>HIGH</i>. Ist der Ausgang <i>ON</i> auf <i>LOW</i> (Leuchte aus), schaltet der Ausgang <i>SEARCH</i> auf <i>HIGH</i> und <i>PWM</i> auf 1.2%.</p>																		

Tabelle 1: Ausgangszustände bei AWARENESS

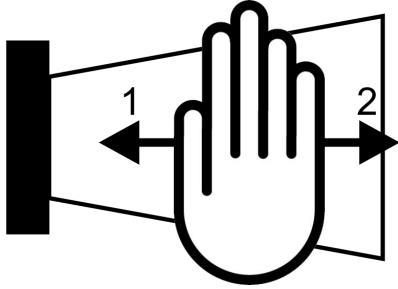
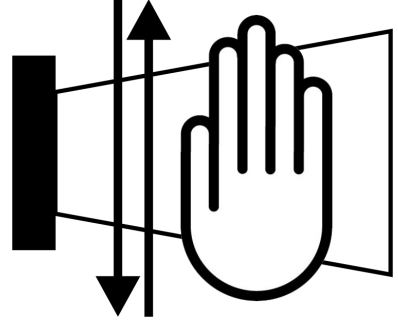
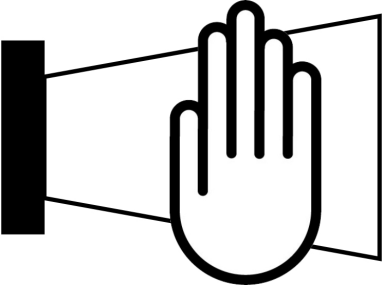
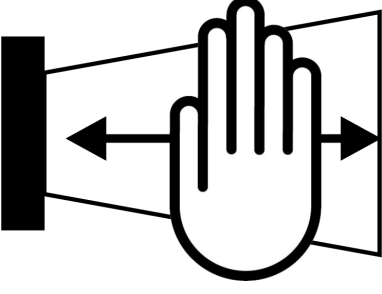
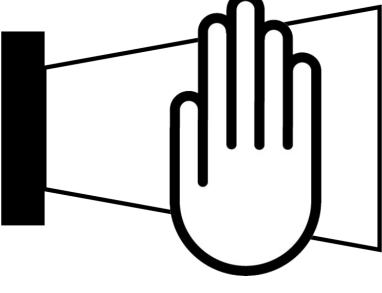
Geste	Funktion	Piktogramm (Sensorbereich)	Leuchte	Ein-/Ausgänge														
TAP	ein- bzw. ausschalten		Beispiel einschalten 100%	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>100%</td></tr> </table>	ON	HIGH	AWARE	HIGH	ACK	LOW	SEARCH	HIGH	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	100%
ON	HIGH																	
AWARE	HIGH																	
ACK	LOW																	
SEARCH	HIGH																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	100%																	
WIPE	ein- bzw. ausschalten		Beispiel ausschalten 0%	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>0%</td></tr> </table>	ON	LOW	AWARE	LOW	ACK	LOW	SEARCH	LOW	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	0%
ON	LOW																	
AWARE	LOW																	
ACK	LOW																	
SEARCH	LOW																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	0%																	
<p>Sobald ein Objekt (Hand) in den Erfassungsbereich eintritt und diesen nach max. 1.8s wieder verlässt, schaltet der Ausgang <i>ON</i> auf <i>HIGH</i> (bzw. zum Ausschalten: <i>ON</i> auf <i>LOW</i>).</p> <p>Der Ausgang <i>PWM</i> schaltet „sanft“ mit einer Rampe auf 100% (bzw. zum Ausschalten: <i>PWM</i> auf 0%).</p> <p>Ist der Ausgang <i>ON</i> auf <i>LOW</i> (Leuchte aus), schaltet der Ausgang <i>SEARCH</i> auf <i>HIGH</i> und <i>PWM</i> auf 1.2%.</p>																		

Tabelle 2: Ausgangszustände bei TAP / WIPE

Geste	Funktion	Piktogramm (Sensorbereich)	Leuchte	Ein-/Ausgänge														
PROXIMITY	dimmen		ENTRIEGELN Start: 100% VERWEILEN 300ms zum entriegeln aufblitzen	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>pulse</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>flash</td></tr> </table>	ON	HIGH	AWARE	HIGH	ACK	pulse	SEARCH	LOW	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	flash
		ON	HIGH															
		AWARE	HIGH															
ACK	pulse																	
SEARCH	LOW																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	flash																	
	DIMMEN 0..100%	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>x%</td></tr> </table>	ON	HIGH	AWARE	HIGH	ACK	LOW	SEARCH	LOW	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	x%		
ON	HIGH																	
AWARE	HIGH																	
ACK	LOW																	
SEARCH	LOW																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	x%																	
	VERRIEGELN VERWEILEN 200ms zum verriegeln aufblitzen	<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>AWARE</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK</td><td>pulse</td></tr> <tr><td>SEARCH</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>ACK_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>SEARCH_DIS</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>PWM</td><td>flash</td></tr> </table>	ON	HIGH	AWARE	LOW	ACK	pulse	SEARCH	LOW	ACK_DIS	LOW	SEARCH_DIS	LOW	PWM	flash		
ON	HIGH																	
AWARE	LOW																	
ACK	pulse																	
SEARCH	LOW																	
ACK_DIS	LOW																	
SEARCH_DIS	LOW																	
PWM	flash																	

Voraussetzung zum Dimmen: Ausgang *ON* auf *HIGH*, *PWM* auf 100%

Sobald ein Objekt (Hand) bei zuvor aktiviertem *ON*-Signal in den Erfassungsbereich eintritt und dort für ca. 300ms ruhig verweilt, wird die *DIM*-Funktion aktiviert. Dabei wird der Ausgang *ACK* für 380ms von *LOW* auf *HIGH* geschaltet. Als Rückmeldung für den Anwender dient ein kurzes sanftes Aufblitzen der Leuchte. Hierbei schaltet der Ausgang *PWM* folgendermaßen: ist die Helligkeit < 50% wird die *PWM* um 30% erhöht, ist die Helligkeit > 50% wird die *PWM* um 30% erniedrigt.

Jetzt ist der Ausgang *PWM* abstandsabhängig regelbar. Die Schrittweite beträgt ca. 0.4% zwischen OFF (0%) und ON (100%). Der Startwert der *PWM* zur Helligkeitsregelung ist abstandsabhängig.

Bei erneutem Verweilen im Erfassungsbereich für ca. 200ms wird der aktuelle *PWM*-Wert verriegelt.

Wird die *DIM*-Funktion nach einer Verriegelung erneut gestartet, so startet die *PWM* wie zuvor abstandsabhängig.

Sollte das Objekt (Hand) während des *DIM*-Vorgangs den Erfassungsbereich verlassen, muss das Objekt (Hand) innerhalb von 900ms wieder in diesen eintreten. Ansonsten wird der *DIM*-Vorgang abgebrochen und der Ausgang *ON* wird auf *LOW* und der Ausgang *PWM* auf 0% gesetzt.

Um das *PWM*-Signal kontinuierlich zu nutzen, können die Funktionen *ACK* und *SEARCH* unabhängig voneinander durch einen *HIGH*-Pegel deaktiviert werden. Dadurch liefert der Ausgang *PWM* nach einem *UNLOCK*-Vorgang sofort ein reflexionsabhängiges Signal, bis ein *LOCK*-Vorgang diesen verriegelt. Dazu müssen die entsprechenden Eingänge *ACK_DIS* oder *SEARCH_DIS* extern auf *HIGH*-Pegel gelegt werden.

Tabelle 3: Ausgangszustände bei PROXIMITY