

Ultraschallsensoren

**von
Alexandra
Bauer**

Inhaltsverzeichnis

1. Funktionsweise von Ultraschallsensoren	
1.1. Definition von Ultraschallsensoren	S. 3
1.2. Probleme die mit beim Arbeiten mit US Sensoren auftreten können	S. 4
2. Aufbau eines piezoelektrischen Schallwandler	S. 6
3. Beschreibung der Ultraschallschaltung der Ausweichsensorik Gruppe	S.7

1. Funktionsweise von Ultraschallsensoren

1.1 Definition von Ultraschallsensoren:

Die Frequenzen des Ultraschalls liegen oberhalb des Hörbereiches des Menschen. Technisch ausgenutzt wird der Bereich zwischen 20kHz und 10MHz. Die meisten Ultraschallsensoren arbeiten, indem sie kegelförmige Schallwellen abstrahlen. Treffen diese Wellen auf einen Gegenstand der senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht, so werden sie von ihm in Richtung des Senders reflektiert. Man kann die Zeit t messen, die der Schall zum Objekt hin und zurück braucht.

$$s = (c \cdot t) / 2$$

Die Schallgeschwindigkeit ist von der Eigenschaft des Mediums und insbesondere von der Temperatur abhängig. Sie beträgt bei Raumtemperatur in Luft 344m/s.

1.2 Probleme die beim Arbeiten mit US Sensoren auftreten können:

1. Wegen der kegelförmigen Schallwellen, gibt das empfangene Echo zwar Informationen über die Entfernung der Gegenstände zum Sender, aber nicht über die Winkelrichtung, in der sie sich befinden (siehe Abb.2)

2. Die Intensität der reflektierten Wellen hängt stark von der Oberflächenstruktur ab. (z.B. reflektiert ein Würfel stärker als eine Kugel oder Holz stärker als Flies)

3. Umweltfaktoren wie Raumtemperatur oder Luftturbulenzen haben einen großen Einfluss auf die Messungen.

4. Scheinechos können aus verschiedenen Gründen auftreten. Erstens kann eine Welle auf mehreren Objekten reflektiert werden, bevor sie als Echo vom Sender empfangen wird. Diese Erscheinung hat zur Folge, dass die gemessene Entfernung das Hindernisses mehrmals größer als die tatsächliche ist. Es kann auch vorkommen, dass Echos von weit entfernten Gegenständen während einer neuen Messung empfangen werden und so ihre Entfernung viel kleiner scheint, als sie tatsächlich ist. Die letzte Erscheinung, die Crosstalk genannt wird (siehe Abb.1), kann bei gleichzeitigem Betrieb von mehreren Ultraschallsensoren auftreten. Dabei kann ein Sensor das Echo einer Welle empfangen, die von einem anderen Sensor gesendet wurde.

5. Es ist schwer, den genauen Zeitpunkt des Empfangs eines Echos zu bestimmen. Diese Unsicherheit verursacht einen systematischen Fehler beim Messen der Entfernung.

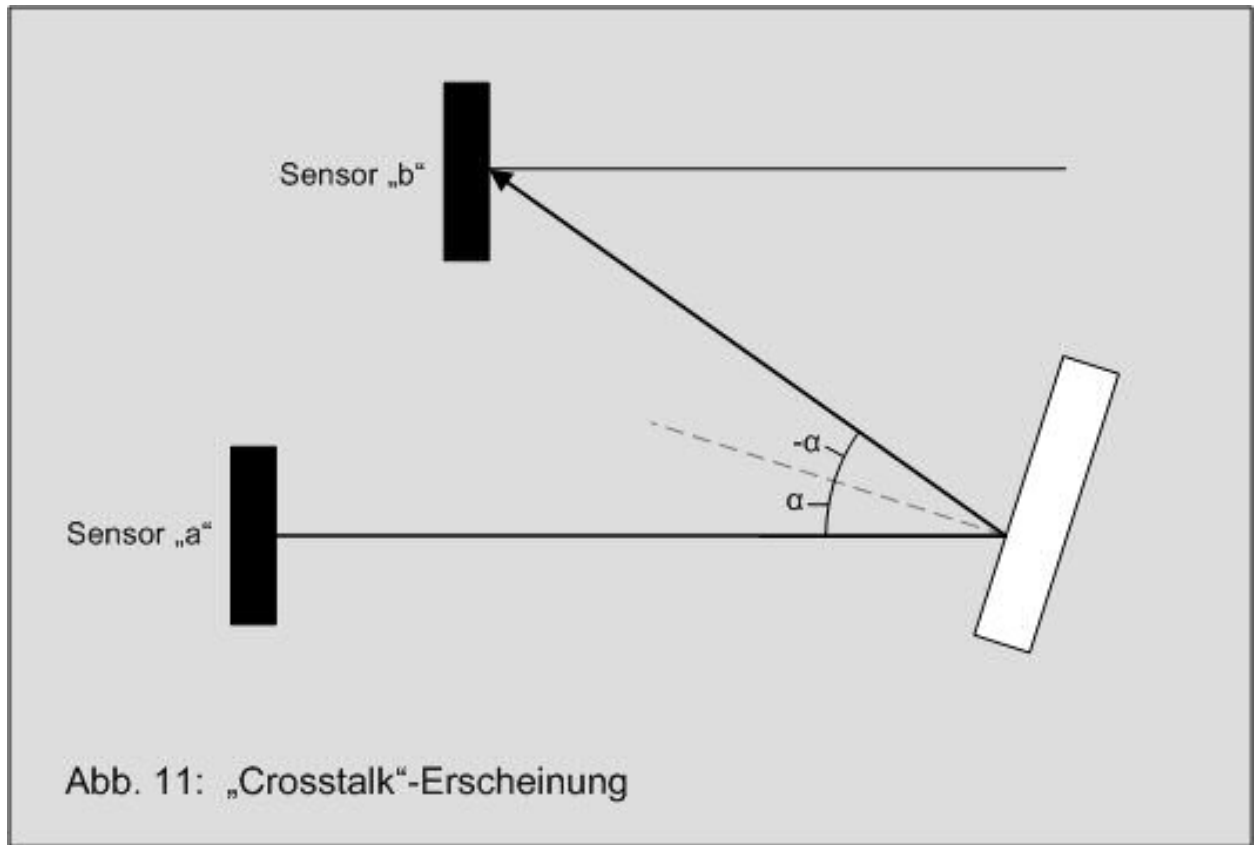


Abb.1

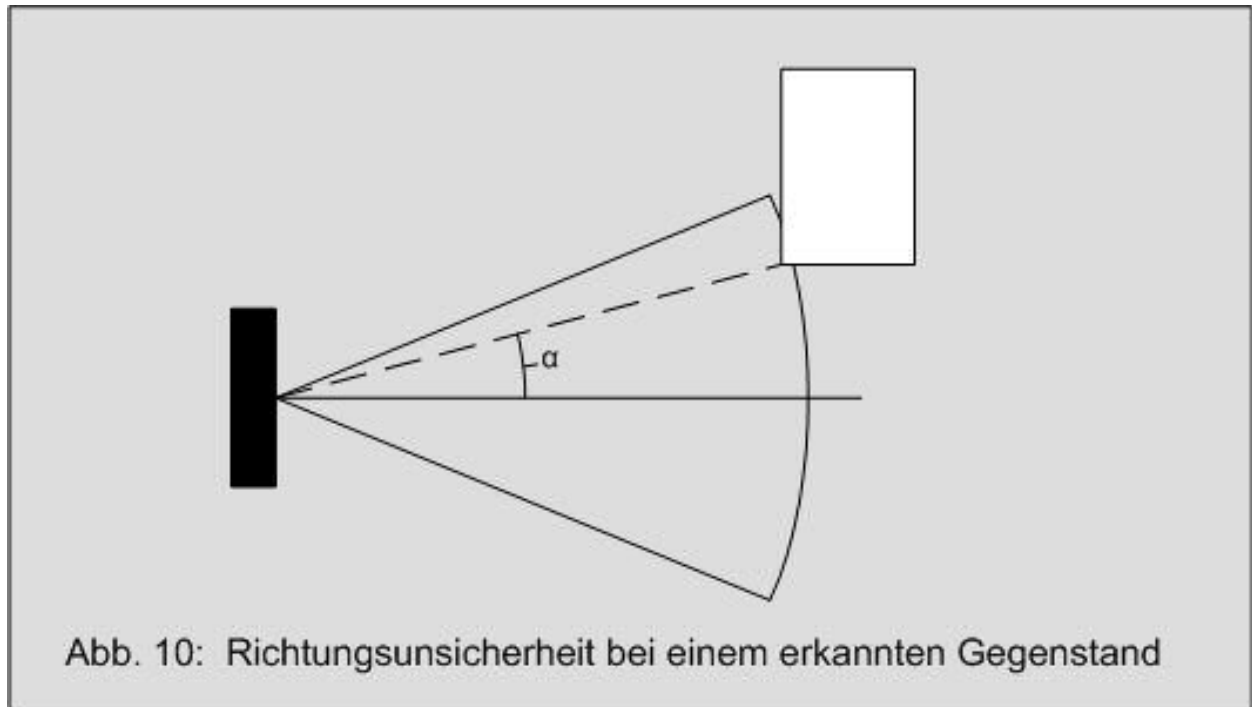
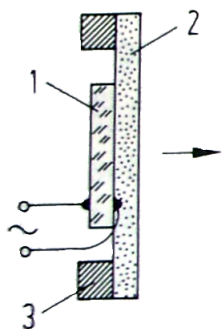


Abb.2

2. Aufbau eines piezoelektrischen Schallwandler (siehe Abb.3)



Prinzipieller Aufbau eines piezoelektrischen Ultraschallwandlers

1 metallisierte piezoelektrische Scheibe,
2 Material zur Akustischen Anpassung,
3 ringförmige Halterung;

die Abstrahlung erfolgt in Form einer Keule senkrecht zur Oberfläche des Elements

Abb.3

Ultraschallwellen werden mit Hilfe piezoelektrischen Materialien erzeugt. In der Betriebsweise "Sender" wird elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt. Bei Anlegen einer entsprechenden Wechselspannung schwingen die piezoelektrischen Scheiben bei ihrer Eigenfrequenz und strahlen die entsprechenden Schallwellen senkrecht zur Oberfläche ab. Als Empfänger für den Ultraschall werden wieder dieselben

Elemente benutzt. Jetzt wird die mechanische in die elektrische Energie umgeformt. Die ankommende Schallwelle regt die piezoelektrische Scheibe zu Schwingungen an. Über den reziproken piezoelektrischen Effekt entsteht bis zum Nachweis der Schallwelle dienende elektrische Spannung.

3. Beschreibung der Ultraschallschaltung der Ausweichsensorik Gruppe

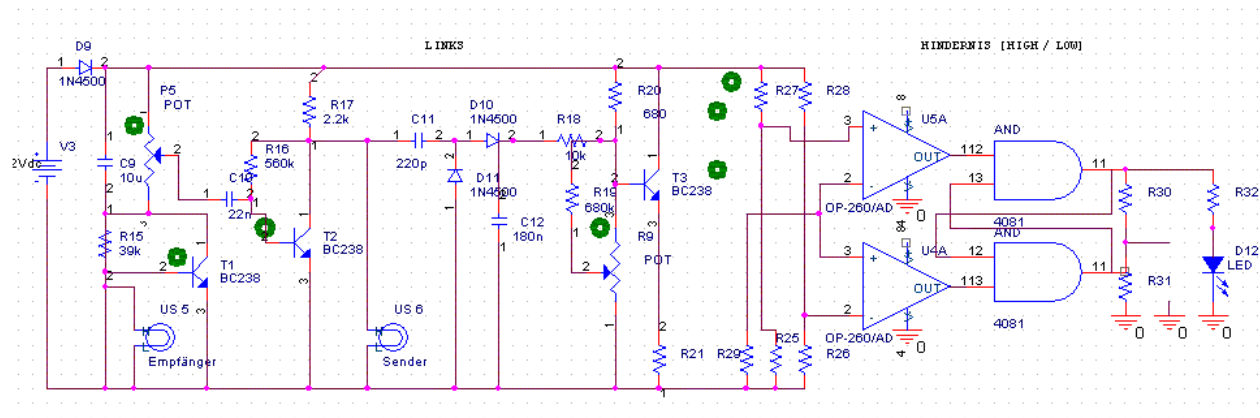


Abb.4

Das Gerät funktioniert nach dem Prinzip der Schallreflexion (siehe Abb.4). Der Ultraschallempfänger ist mit einem 2stufigen Transistor-Verstärker verbunden, der die Aufgabe hat, dass Signal zu verstärken. Da der Empfänger sehr empfindlich ist, genügt schon das kleinste Geräusch um ihn, bevorzugt auf

seiner Resonanzfrequenz von 38kHz, anzuregen und das Signal durch T1 und T2 verstärken zu lassen. Dieses verstärkte Signal treibt nun wiederum den Ultraschallsender an der nun anfängt Ultraschallwellen zu senden, was wiederum der Empfänger aufnimmt und den Sender über T2 und T1 wieder anregt. Diese Rückkopplung ist nur möglich wenn sich der Sender und Empfänger entweder direkt anschaut oder das Signal an einem Gegenstand reflektiert wird. Ansonsten kommt es zu keinen dauerhaften Schwingungen. Am Pot R2 kann die Empfindlichkeit der Schaltung eingestellt werden, indem man den Widerstand zwischen T1 und C2 größer oder kleiner macht. (Widerstand klein = hohe Empfindlichkeit, Widerstand groß = geringe Empfindlichkeit). Über C2 wird das Signal (Impuls) an die Basis von T2 geleitet, wo der Impuls nochmals verstärkt wird. Der Impuls gelangt über C3 zu D2 und D3. Wenn der Impuls stark genug ist lässt die Diode ihn durch. Dadurch wird dann T3 angesteuert, die Leuchtdiode beginnt zu leuchten. Wenn sich die Resonanzfrequenz einstellt vergleicht der Schmitt-Trigger die Spannung die über R7 abfällt, mit unserer oben eingestellten Referenzspannung die über dem Widerstand R8 abfällt. Der Schmitt-Trigger schaltet zurück sobald die Spannung über R7, die Spannung über R10 unterschreitet. Dies bezeichnet man als Hysterese. Pot R9 ist für die Einstellung des Basisstromes da, welcher so eingestellt wird, dass die Leuchtdiode gerade ausgeht und dann bei einem Impuls umso heller aufleuchtet. Die Leuchtdiode wird als Hilfsmittel eingebaut um zu zeigen ob der Ultraschallsensor reagiert. Kondensator C1 ist für die Konstanthaltung der Betriebsspannung zuständig. Die Widerstände R4+R5+R3 sind zwar unter Umständen ganz nützlich bei der Impulsverstärkung aber nicht unbedingt nötig und können auch weggelassen werden.

Quellennachweis:

-Heywang, W.: Sensorik, Berlin,
Springer-Verlag 1983

-Hofmann, D.: Handbuch der Messtechnik
und Qualitätssicherung, Berlin VEB Verlag
Technik

- Internet (z.B. www.hobbyelektroik.de)

- Prof. Mönich: Analoge Schaltungstechnik, GET 2

Skript TU Berlin