

DEB100 – Anwendungsbeispiel Blitzentfernungsmesser

In unserem ersten Beispiel für eine praktische Anwendung widmen wir uns einem Klassiker, der erstmalig im ELV Journal 3/98 vorgestellt wurde. Zur damaligen Zeit wurden CMOS-Bausteine sehr häufig eingesetzt, um Schaltungen zu realisieren. Dieser Blitzentfernungsmesser arbeitet sehr simpel, aber dennoch effektiv und kommt ohne spezielle Sensoren oder Ähnliches aus. Das Prinzip ist einfach, es gibt zwei Taster, mit dem ein Timer gestartet bzw. gestoppt wird. Sieht man in der Ferne einen Gewitterblitz aufleuchten, wird mit einem Taster der Timer gestartet. Sobald das

Donnern, also das akustische Signal wahrgenommen wird, stoppt man den Timer. Aus der abgelaufenen Zeit und der Kenntnis, dass sich der Schall in Luft mit einer Geschwindigkeit von 330 m/s ausbreitet, kann die Entfernung zum Ursprungsort errechnet werden.

Die erste Grundüberlegung ist, welche Taktfrequenz benötigt wird, damit eine Anzeige mit einer Auflösung von 100-m-Schritten angesteuert werden kann. Wenn der Schall in einer Sekunde 330 m zurücklegt, ergibt sich nach einer einfachen Dreisatzrechnung folgende Rechnung:

$$x = 1/330 \times 100 = 0,303 \text{ s}$$

Die Zeit ergibt als Frequenz $1/0,303 \text{ s} = 3,3 \text{ Hz}$. Diese Frequenz benötigen wir also zum Takten des Zählers für 100-m-Schritte.

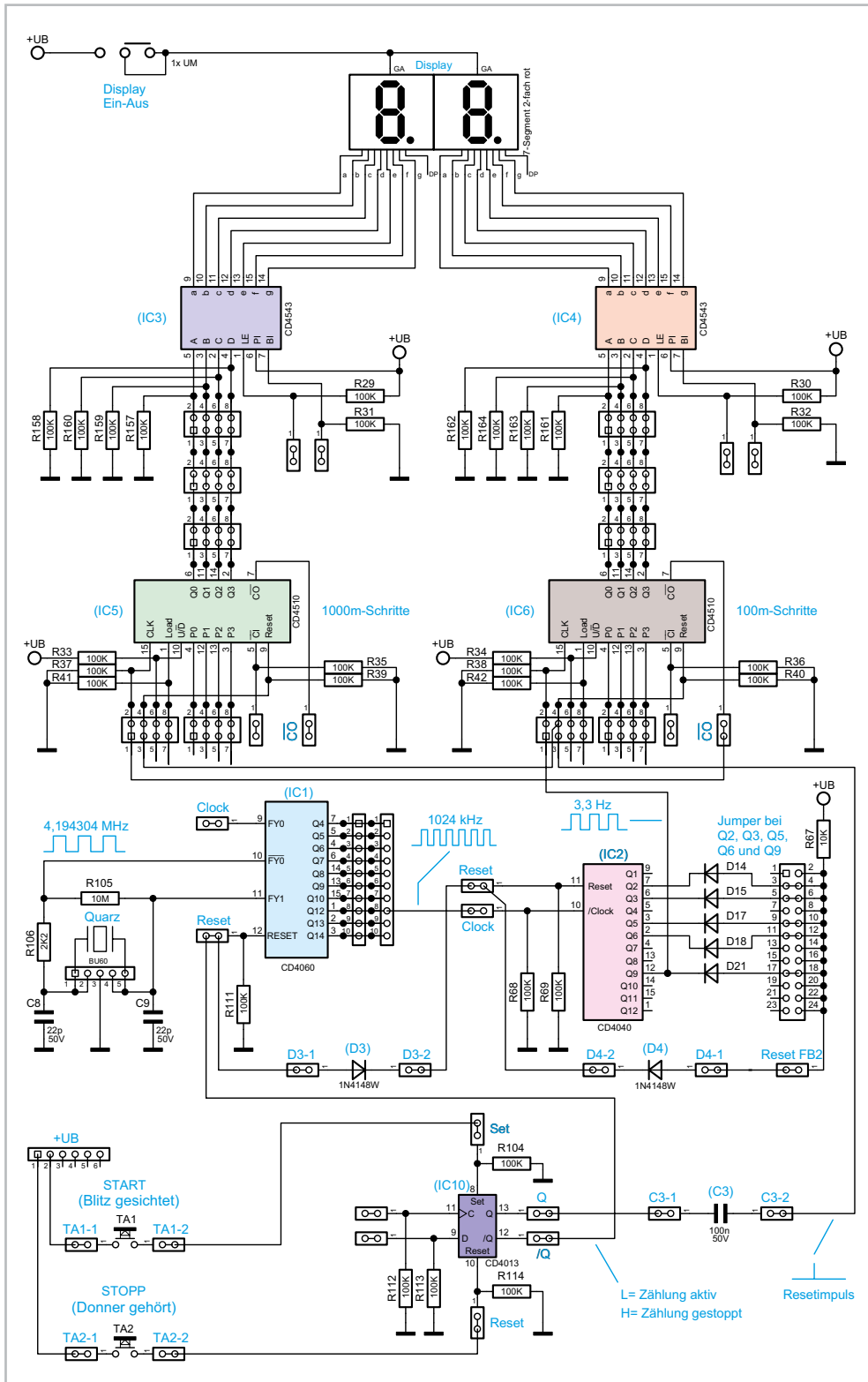


Bild 1: Die erste Anwendung des DEB100: das Schaltbild des Blitzentfernungsmessers

Fangen wir also mit Erzeugung dieser Taktfrequenz an. Der Grundtakt wird mit dem Oszillator und Teiler CD4060 erzeugt, wie in Bild 2 dargestellt. Der verwendete Quarz arbeitet mit einer Frequenz von 4,19439 MHz. Durch den integrierten Teiler wird die Frequenz mit jeder Teilerstufe durch zwei geteilt. Wir verwenden die Frequenz am Ausgang Q12. An diesem Anschluss liegt die Oszillatorfrequenz geteilt durch 212 (4096) an. Das ergibt 4,194304 MHz, geteilt durch 4096 = 1024 Hz.

Um auf eine Frequenz von 3,3 Hz zu kommen, benötigen wir einen weiteren Teiler. Deshalb wird diese Frequenz auf den Takteingang des Zählers CD4040 gegeben. Wir müssen diese Frequenz jetzt durch einen Faktor von 310 teilen, um 3,3 Hz zu erhalten.

Wie man über eine Wired-And-Matrix den Teilerfaktor errechnet, ist im Abschnitt „CD4060“ bzw. „CD4040“ erklärt. Um es vorwegzunehmen, wir benötigen die Teilerausgänge Q2, Q3, Q5, Q6 und Q9, die mittels einer Und-Funktion einen Reset am CD4040 auslösen müssen. Entsprechend sind also an den genannten Teilerausgängen die Steckbrücken (Jumper) zu setzen. Der Anschluss Reset FB2 wird nun über eine Diode mit dem Reseteingang des CD4040 verbunden (siehe Bild 2). Durch diese Maßnahmen erhalten wir einen Teiler, der die Eingangsfrequenz (1024 Hz) durch 310 teilt. Wir erhalten somit eine Frequenz von 3,304 Hz, also nicht ganz genau die erwünschte Frequenz von 3,3 Hz. Diese kleine Abweichung nehmen wir in Kauf, denn alleine durch die Reaktionszeit beim Drücken der Tasten ergeben sich größere Abweichungen.

Kommen wir nun zur Zählereinheit. Diese besteht aus Dezimalzählern vom Typ CD4510, die im entsprechenden Abschnitt beschrieben sind. Der erste Zähler IC6 soll in 100-m-Schritten und der zweite Zähler IC5 in 1000-m-Schritten zählen. Da wir ja den Takt für die 100-m-Schritte generiert haben, braucht dieser Takt nur mit dem Clock-Eingang von IC6 verbunden zu werden. Der Zähler soll aufwärts zählen, sodass der U/D-Pin, der die Zählrichtung vorgibt, an +UB liegen muss. Hier brauchen wir nichts zusätzlich zu stecken, da dieser Anschluss bereits über einen Widerstand an UB liegt.

Beim Übergang von der Zählstufe 9 nach 0 wird ein Impuls am Ausgang Carry-out (CO) generiert, den wir nutzen, um den zweiten Zähler IC5 zu takten. Das war in Sachen Zählereinheit schon alles. Um die Zählerstände zur Anzeige bringen zu können, setzen wir den BCD-zu-7-Segment-Decoder ein. Dies geschieht mit IC3 und IC4 vom Typ CD4543. Auch hier ist die Funktionsbeschreibung in dem entsprechenden Abschnitt erklärt. Diese Wandler setzen den BCD-Code der Zählerausgänge in einen Code für die 7-Segment-Anzeigen um, sodass wir die Zahl auf der LED-Anzeige ablesen können. Zu beachten ist hier, dass die Zählerausgänge (IC5 und IC6) mit den Eingängen der Decoder verbunden werden müssen. Dies geschieht über Jumper, wie sie in Bild 2 dargestellt sind.

Nun müssen wir das Ganze mit einer Steuerlogik ausstatten. Hierzu nehmen wir ein D-Flip-Flop mit den beiden Eingängen Set und Reset. Wie im Schaltbild zu sehen, ist der Taster TA2 (Stopp) einseitig mit dem Reset des Flip-Flops verbunden. Die andere Seite von TA2 wird mit +UB verbunden. Auf die gleiche Weise wird zweite Taster TA1 (Start) mit dem Set-Eingang verbunden. Wir können also mit den beiden Tasten das Flip-Flop setzen und zurücksetzen. Dies ist nun unsere Steuereinheit.

Nachdem der Taster (Start) betätigt wird, wechselt der Ausgang Q vom Flip-Flop auf High und der /Q-Ausgang auf Low. Der /Q-Ausgang ist mit dem Reset vom CD4060 verbunden, solange dieser Anschluss High-Pegel führt sperrt der Oszillator des CD4060. Über eine weitere Diode wird der Reset von CD4060 mit dem Reset des CD4040 verbunden. Die Diode dient hier zur Entkopplung. Hierdurch werden beide Zähler zurückgesetzt.

Nachdem man die Stopp-Taste betätigt hat, bleibt die Anzeige auf dem gemessenen Wert stehen, bis ein neuer Messvorgang gestartet wird. Steht die Anzeige auf z. B. einen Wert 35, dann bedeutet dies eine Entfernung von 3,5 km.

Ein Problem muss noch gelöst werden. Bei einem neuerlichen Startvorgang müssen die Dezimalzähler zurückgesetzt werden. Dies lösen wir durch einen kurzen Impuls, der mit einem Kondensator (100 nF) erzeugt

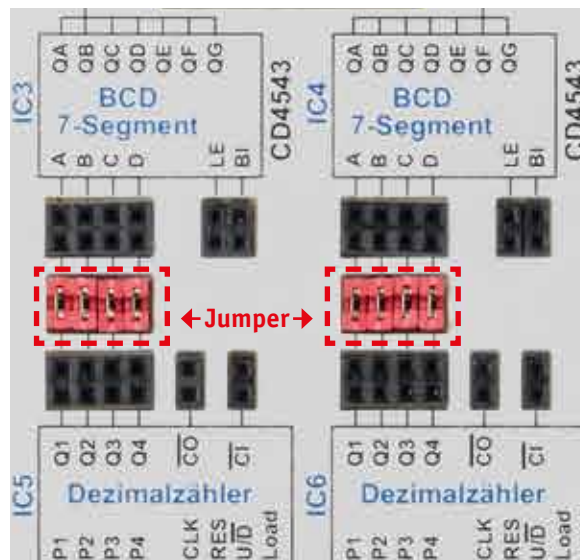


Bild 2: Mittels Jumper werden Zähler (CD4510) und Anzeigendecoder (CD4543) verbunden.

wird. Dieser Kondensator wird auf der einen Seite mit dem Ausgang Q vom Flip-Flop angeschlossen. Die andere Seite des Kondensators wird mit den beiden Reseteingängen der Zähler CD4510 verbunden. Bei einem Startvorgang wechselt ja der Q-Ausgang von Low- auf High-Pegel. Dieser Low-High-Wechsel wird als positiver Impuls über den Kondensator auf die Reseteingänge übertragen, wodurch diese zurückgesetzt werden.

Damit ist unsere Schaltung für einen einfachen Blitzentfernungsmesser fertig. Viel Spaß beim Nachbauen bzw. Stecken! **ELV**



Wichtiger Hinweis:

Bei einer maximalen Beschaltung kann es zu EMV-Störungen kommen!

Dies darf aus Gründen der Konformität mit den angewendeten Normen durch eine unzulässige Beschaltung nicht hervorgerufen werden. Die Ursache ist die Beschaltung des „Clock Out“ am CD4060-Baustein, wenn ein Quarz über 4 MHz verwendet wird.

Bei Verwendung eines Quarzes über 4 MHz ist die Beschaltung des „Clock Out“ am CD4060-Baustein nicht zulässig!