

Digitale Frequenzsubtraktion

HERRMANN SCHREIBER

Frequenzsynthese betreibt man bei manchen Anwendungen mit Impuls- ausblendung. Wenn man etwa bei 10 MHz jeden zehnten Impuls unter- drückt, erhält man scheinbare 9 MHz.

Nach Frequenzteilung dieser lückenhaften Impulskette um beispielsweise 10 ergeben sich der Wirklichkeit schon sehr nahe 900 kHz, denn die Streuung in Impulsbreite oder -abstand ist durch die Teilung so gering ge- worden, daß zumindest die Steuerung einer Phasenschleife möglich wird, die dann die restlichen Unregelmäßigkeiten ausbügelt.

Ausgeführt werden kann dieses Zahn- lückenverfahren durch Bauteile vom Typ *rate-multiplier*. Sie erhalten einen Zähler und Programmiergänge, über die man bestimmte Impulse einer Zehner- oder Sech- zehnergruppe ausblenden kann.

Wenn man auf diese Weise eine von Hand veränderbare Frequenz erzeugen will, macht sich die digitale Starre des Verfah- rens durch Frequenzsprünge bemerkbar, die man oft nur mit viel Aufwand auf ein erträgliches Maß reduzieren kann.

■ Zwei Flipflops und zwei Gatter

Einfacher ist ein Differentialverfahren, bei dem eine hohe (Quarz-)Referenzfrequenz f_1 um den Wert einer viel niedrigen, aber von Hand einstellbaren Frequenz f_2 verringert wird. Außerdem ist das Verfahren für fre- quenzmodulierte oder -getastete Signale ver- wendbar.

Die höhere der beiden Frequenzen, f_1 , ge- langt in Bild 1 an den Takteingang von F_1 . Im Prinzip arbeitet dieses Flipflop als Fre- quenzteiler, da sein Ausgang /Q1 an D liegt. Dieses Prinzip kann jedoch nur zur An- wendung kommen, wenn der Rückstellein- gang R_1 auf „0“ liegt. Das ist nur während der negativen Halbwellen von f_2 möglich, wenn gleichzeitig Q2 auf „0“ liegt.

Nach einer absinkenden Flanke von f_2 (Bild 2) wird das Flipflop F_1 bei der ersten ansteigenden Flanke von f_1 weitergeschal- tet (/Q1 geht auf „0“). Die nächste anstei- gende Flanke von f_1 läßt Q2 auf „1“ gehen. Über G_1 wird damit F_1 zurückgesetzt (/Q1 geht wieder auf „1“). In dieser Stellung verharrt F_1 dann bis kurz nach der nächsten absinkenden Flanke von f_2 .

Der an /Q1 entstehende negative Impuls hat dieselbe Folgefrequenz wie f_2 , seine Dauer entspricht aber genau einer Periode von f_1 .

Der Einsatz der beschriebenen Anordnung ist dort vorteilhaft, wo bei möglichst guten Stabilitätsbedingungen eine Frequenz um einen geringen Betrag veränderbar sein soll. Wenn beispielsweise für f_1 eine Festfre- quenz von 10 MHz und für f_2 ein zwischen 100 und 200 kHz abstimbarer LC-Oszil- lator eingesetzt wird, dann geht eine Drift des letzteren von 1 %, also maximal 2 kHz, nur mit 0,02 % in die Ausgangsfrequenz ein.

Das Subtraktionsverfahren eignet sich so- mit für Feinabstimmung in Empfängern, wobei eine stufenweise Veränderung von f_1 als Bereichumschaltung dienen kann.

Die Frequenzumsetzung eines frequenz- modulierten Signals ist ebenso möglich wie eine Demodulation, da jede Änderung einer der Eingangsfrequenzen die Auslöschdichte beeinflusst. Nach Integration des in Bild 1 mit f_1 f_2 bezeichneten Signals erhält man damit eine mit der Frequenzmodulation schwankende Gleichspannung.

Solange man keine Selektionsmittel vor- sieht, ist dieses Verfahren auf einem weiten Frequenzbereich anwendbar.

M2-Abstandsbolzen aus RG-213-Resten

Will man z.B. winzige SMD-Platinen lös- bar befestigen, empfehlen sich kleine M2- Schrauben. Leider ist hier die Auswahl we- sentlich bescheidener als bei M3. Zwar gibt es noch einige M2-Zylinderkopfschrauben und -muttern im Elektronikzubehörhandel, jedoch ist an Distanzrollen meist nur die Länge 6 mm vorhanden.

Hier helfe ich mir mit aus RG-213-Koax- kabelresten hergestellten Stücken, passend für den Verwendungszweck zugeschnitten. Schirm des Koaxkabels entfernen, aus dem Innenleiter die Kupferlitze herausziehen, zurück bleibt die reine PE-Isolation, von der sich leicht Stücke gewünschter Länge abtrennen lassen.

Der Innendurchmesser der so gewonnenen Rollen ist geringfügig kleiner als 2 mm, aber es gelingt bei kurzen Stücken, die 2-mm-Schrauben durch das Loch zu brin- gen. So erhält man preiswert M2-Abstands- bolzen beliebiger Länge.

Text und Foto: Klaus Böttcher, DJ3RW

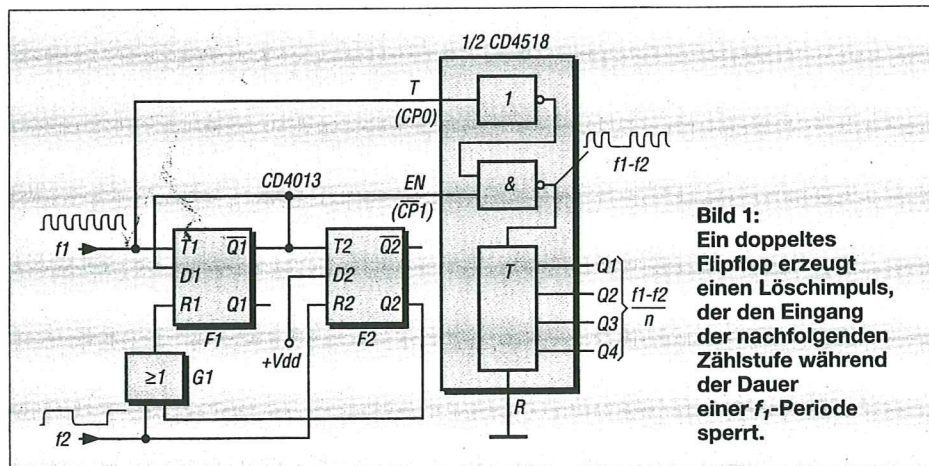


Bild 1: Ein doppeltes Flipflop erzeugt einen Löschimpuls, der den Eingang der nachfolgenden Zählstufe während der Dauer einer f_1 -Periode sperrt.

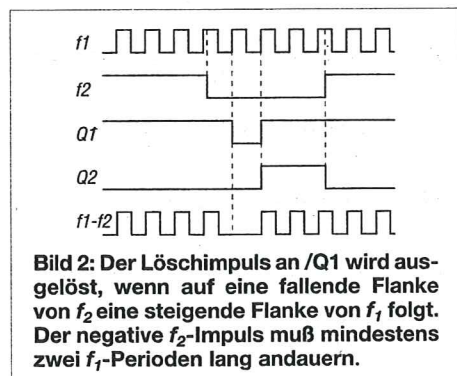


Bild 2: Der Löschimpuls an /Q1 wird ausgelöst, wenn auf eine fallende Flanke von f_2 eine steigende Flanke von f_1 folgt. Der negative f_2 -Impuls muß mindestens zwei f_1 -Perioden lang andauern.

Man kann ihn, wie in Bild 2 angegeben, als Löschimpuls benutzen, wenn man seine durch die Schaltzeiten bedingte Verzöge- rung gegen f_1 berücksichtigt. Dazu genügt eine Phasenumkehr vor der als Löschgatter dienenden Und-Funktion.

■ Anwendungen

Eine entsprechende Schaltlogik ist in man- chen Zählbausteinen (wie CD 4518, Bild 1) vorhanden. Da man ohnehin eine Frequenz- teilung benötigt, ist es günstig, einen solchen Baustein einzusetzen.

