

Weihnachtsspirale

Folienplatine dreidimensional

Von **Ton Giesberts** (Elektor-Labor)

Mit 25 LEDs auf einer flexiblen, spiralförmigen Folienplatine, die zu einem Kegel aufgezogen wird, entsteht ein Weihnachtsbaum der futuristischen Art. Gesteuert werden die LEDs von einem Pseudo-Zufallsgenerator, ganz ohne Mikrocontroller.

Elektronische Weihnachtsdekorationen hat Elektor im Lauf der Jahrzehnte in diversen Formen, Farben und Größen veröffentlicht. Dieser Weihnachtsbaum, er könnte auch Weihnachtskegel oder Weihnachtspyramide heißen, gehört zur Kategorie der dreidimensionalen Kreationen. Die 25 weißen oder auch bunten LEDs auf der flexiblen, kegelförmig aufgezogenen Folienplatine werden von einem Zufallsgenerator gesteuert. Der Zufallsgenerator lässt die LEDs ähnlich einem Sternenhimmel funkeln. Aufgebaut ist der Zufallsgenerator nach (ur)alter Methode mit Logik-ICs – ohne einen Mikrocontroller, der programmiert werden müsste! Ein zweifaches statisches 4-bit-Schieberegister 4015 und ein vierfaches EXOR-Gatter 4070, beide Standard-CMOS-ICs, übernehmen diese Aufgabe mit Leichtigkeit. Dazu kommen acht p-Kanal-MOSFETs, sie sind die Treiber für die LEDs.

Lichterfunkeln

Die Funktionsweise des Zufallsgenerators ist simpel: Ein Rechteckoszillator taktet ein rückgekoppeltes Schieberegister, das willkürliche Bitmuster generiert. Die Bitmuster steuern über Treiber acht LED-Gruppen, die einzeln



aus drei zusammenschalteten SMD-LEDs bestehen. In **Bild 1** ist die Schaltung skizziert. Der erste versuchsweise aufgebaute Zufallsgenerator war mit nur einem 4-bit-Schieberegister bestückt, zwei Schieberegister-Ausgänge waren über EXOR-Gatter rückgekoppelt. Diese Konfiguration lieferte 16 Bitmuster, wovon das Muster „0000“ ausfällt, denn mit ihm läuft der Zufallsgenerator ins Leere. Der visuelle

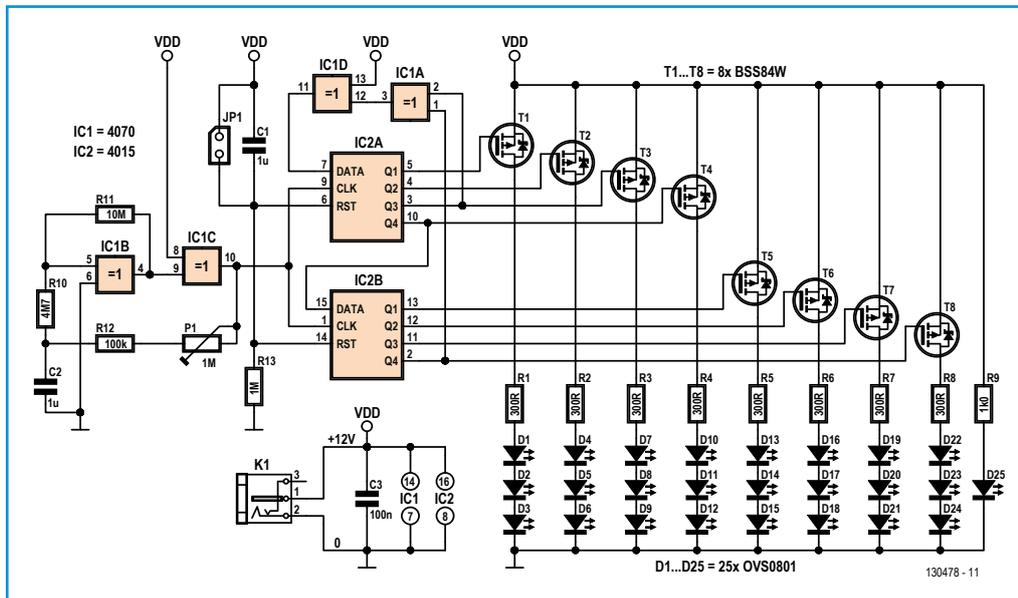


Bild 1.
Ein Pseudo-Zufallsgenerator steuert acht mal drei LEDs, die LED an der Spitze ist ständig eingeschaltet.

Eindruck war jedoch noch nicht befriedigend. Da im CMOS-IC 4015 zwei 4-bit-Schieberegister integriert sind (in der Schaltung: IC2A und IC2B), wurden sie so miteinander kombiniert, dass ein möglichst regellos erscheinendes Lichterfunkeln entsteht. Rückgekoppelt werden Ausgang Q3 von IC2A und Ausgang Q4 von IC2B.

Weil die Ausgänge der CMOS-ICs mit nur etwa 1...3 mA belastbar sind, müssen Treiber die nötigen LED-Ströme liefern. Die Wahl fiel auf den p-Kanal-MOSFETs kleiner Leistung vom Typ BSS84W in der SMD-Bauform SOT323. Jeder der acht MOSFETs steuert drei in Reihe geschaltete LEDs, ein Widerstand 300 Ω begrenzt den hindurchfließenden Strom. Wegen der Reihenschaltung leuchten stets drei der insgesamt 24 LEDs gleichzeitig. Auf der Folienplatine sind die LEDs jedoch so verteilt, dass das synchrone Leuchten von stets drei LEDs (fast) nicht auffällt. Eine 25. LED (D25) ziert die Spitze, diese LED ist ununterbrochen eingeschaltet.

Da die MOSFETs die Signale invertieren, leuchten die LEDs, wenn die zugehörigen Schieberegister-Ausgänge logisch 0 sind. Bei einer Rückkopplung mit nur einem EXOR-Gatter kann ein Bitmuster auftreten, bei dem sämtliche Ausgänge den logischen Zustand 1 haben. In diesem Fall wären alle LEDs bis auf die 25. LED dunkel. Dieser Zustand kann hier nicht auftreten, weil Gatter IC1D das rückgekoppelte Signal des Gatters IC1A invertiert.

Die Schieberegister müssen von einem puls-förmigen Rechtecksignal getaktet werden. Zum Taktoszillator gehören die EXOR-Gatter IC1B und IC1C des 4070. Das Prinzip, einen Inverter mit Schmitt-Trigger-Eingang über ein RC-Glied rückzukoppeln, ist nicht neu, es wird auch hier angewandt. IC1B invertiert das Signal nicht, denn ein Eingang liegt an logisch 0. Erst von IC1C wird das Signal invertiert, weil ein Eingang dieses EXOR-Gatters logisch 1 ist. Außerdem sorgt IC1C für Stabilität, indem es das Taktsignal puffert. Die Widerstände R10 und R11 haben Einfluss auf die Triggerschwelle. Von R12, P1 und C2 im Rückkoppelzweig hängt die Frequenz des generierten Rechtecksignals ab, sie lässt sich mit P1 in weitem Bereich variieren.

Beim Einschalten der Betriebsspannung werden die Schieberegister durch das RC-Glied R13/C1 rückgesetzt, so dass sämtliche LEDs kurz aufleuchten. Um die Funktion der LEDs zu prüfen, können die LEDs auch durch Setzen von Jumper JP1 permanent eingeschaltet werden. Falls diese Funktion entbehrlich ist, kann JP1 entfallen.

Damit die steuernde Elektronik an diesem Kunstwerk möglichst wenig in Erscheinung tritt, haben sämtliche Bauelemente mit Ausnahme der Stromversorgungsbuchse SMD-Bauform. Die Schieberegister und die EXOR-Gatter sind in Gehäusen des Typs SOIC untergebracht. Auch das Trimpoti, mit dem die Taktfrequenz eingestellt wird, ist eine

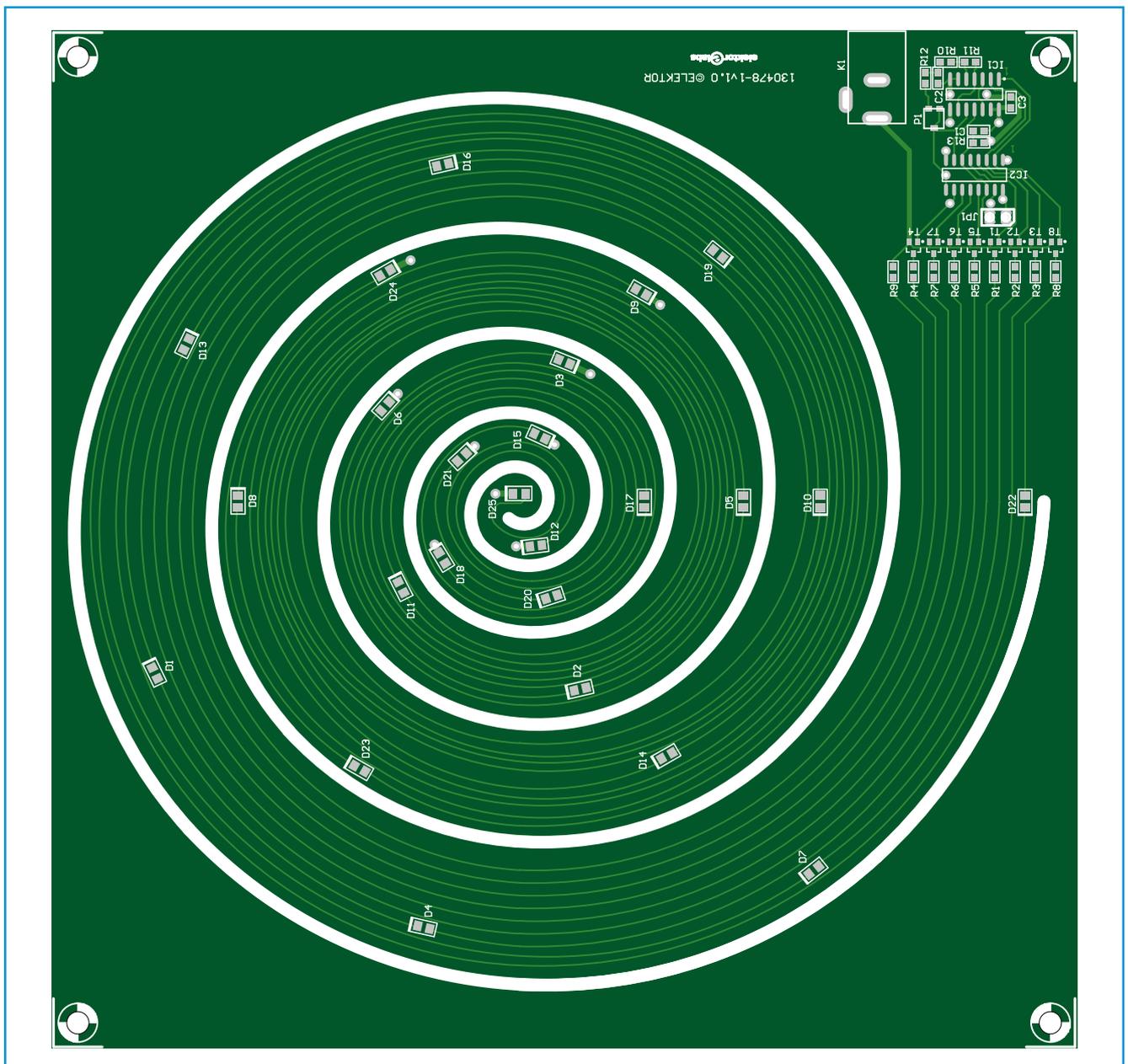
SMD-Version. Alle übrigen Bauelemente des Taktoszillators gehören der SMD-Bauform 0603 an. Die weißen LEDs sind SMDs der Größe 0805. Der Strahlungswinkel beträgt 140°, so dass die Lichter auch aus seitlichem Blickwinkel gut sichtbar sind. Laut Datenblatt haben die verwendeten LEDs die Lichtstärke 400 mcd bei 20 mA, hier fließen durch die LEDs aber nur etwa 10 mA. Die Logik-ICs der CMOS-Familie 4000 arbeiten an Betriebsspannungen bis 15 V. Die Schaltung kann daher von einem Netzteil mit Strom

versorgt werden, das 12 V Gleichspannung liefert, eine Stabilisierung ist nicht notwendig. Belastbar muss das Netzteil mit mindestens 250 mA sein.

Konstruktion

Das mit dem „Altium Designer“ entworfene Platinenlayout ist in **Bild 2** wiedergegeben. Die übliche Stärke gängiger Platinen beträgt ungefähr 1,6 mm. Dieses Platinenmaterial ist starr, eine spiralförmig gesägte Platine

Bild 2. Die flexible Folienplatine hat die Stärke 0,2 mm, so dass sie in die Form eines Kegels auseinander gezogen werden kann.



Stückliste

Widerstände:

R1...R8 = 300 Ω, 0,1 W, 5 %, SMD 0603
 R9 = 1k0, 0,2 W, 5 %, SMD 0603
 R10 = 4M7, 0,1 W, 5 %, SMD 0603
 R11 = 10 M, 0,1 W, 5 %, SMD 0603
 R12 = 100 k, 0,1 W, 5 %, SMD 0603
 R13 = 1 M, 0,1 W, 5 %, SMD 0603
 P1 = 1 M SMD-Trimmpoti, 0,1 W, 30 % (z. B. Murata PVZ3G105C01R00)

Kondensatoren:

C1,C2 = 1 μ/25 V, 10 %, X5R, SMD 0603
 C3 = 100 n/25 V, 10 %, X7R, SMD 0603

Halbleiter:

D1...D25 = LED weiß, SMD 0805 (z. B. Multicomp OVS-0801)
 T1...T8 = BSS84W, p-Kanal-MOSFET, SMD SOT323
 IC1 = 4070, SMD SOIC14
 IC2 = 4015, SMD SOIC16

Außerdem:

JP1 = Stiftkontaktleiste 2-polig, Raster 2,54 mm, mit Jumper
 K1 = Stromversorgungsbuchse für Platinenmontage 12 V/3 A, Mittelstift 1,95 mm (z. B. Lumberg NEB 21 R)
 Platinenlayout 130478-1

zu einem Kegel aufzuziehen, ist unmöglich. Aus diesem Grund kommt hier flexible Folienplatine der Stärke 0,2 mm zum Einsatz. Der vertikale Abstand der Windungen nach dem Aufziehen ist, wie die Fotos zeigen, stets fast gleich. Außerdem ist bei dieser Konstruktion die Fläche im unteren Teil der Spirale so bemessen, dass die Leiterbahnen genügend Platz haben. In Richtung Spitze nimmt die Anzahl der Leiterbahnen ab, da zunehmend weniger LEDs angeschlossen werden müssen. Die spiralförmige Folienplatine wurde nicht in das Sortiment des Elektor-Shops aufgenommen, weil das Sonderlayout die Produktionskosten nicht unerheblich in die Höhe treiben würde. Für Do-It-Yourselfer ist das Layout im Web auf der Projektseite [1] frei verfügbar. Auf der Platine haben alle Bauteile (außer den LEDs) nahe der Stromversorgungsbuchse ihren Platz. Für die Montage der SMDs sind Geduld, eine ruhige Hand sowie SMD-Lötfahrung von Vorteil. Nachdem die Platine fertiggestellt ist, kann sie auf einem Sockel montiert werden, beispielsweise auf einer zur Kegelgröße passenden Acrylglas-Scheibe. Mit einem transparenten, runden oder eckigen Acrylglas-Stab als vertikaler (Baum-)Stamm entsteht der Eindruck eines lichtergeschmückten Weihnachtsbaums in abstraktem Design.

(130478)gd

Weblinks

[1] www.elektor-magazine.de/post

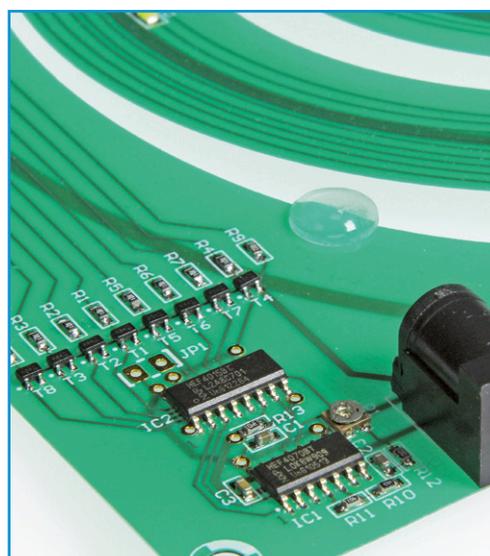


Bild 3.
 Mit Ausnahme der insgesamt 25 LEDs haben die elektronischen Bauteile ihren Platz am Fuß der Spirale.