

Nulldurchgangsdetektor mit galvanischer Trennung

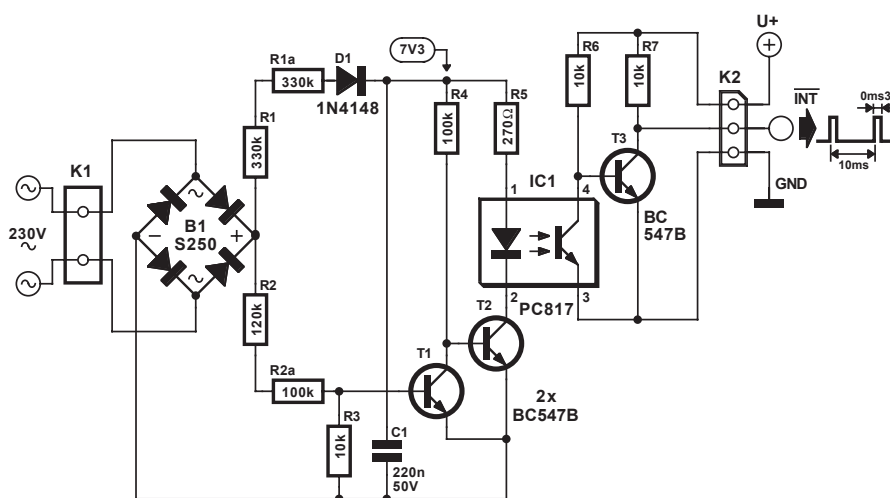
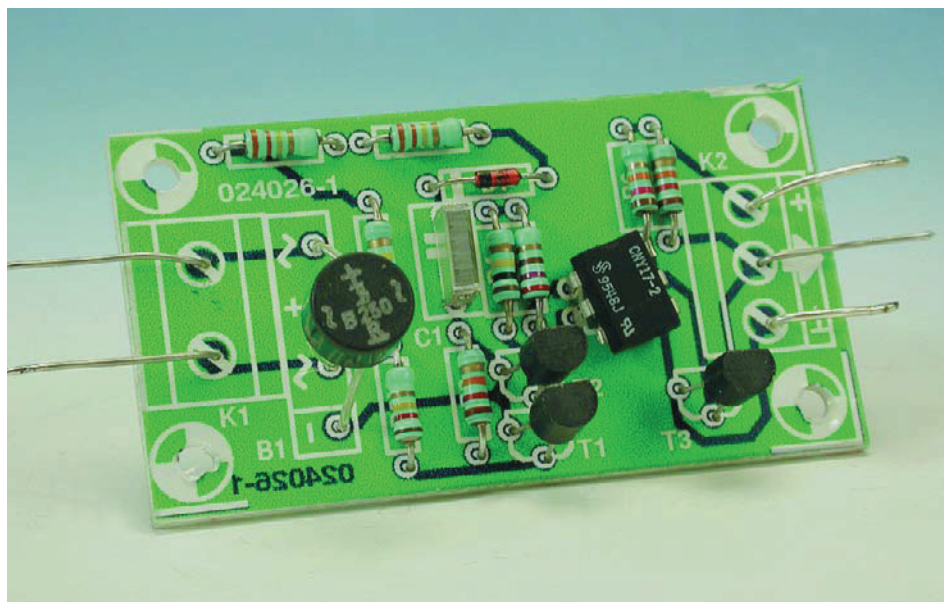
007

Von Dipl.-Ing. Christian Voit

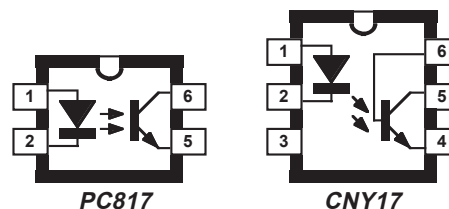
Alle Leistungssteuerungen, die mit Phasenan- oder -abschnitt arbeiten, benötigen eine regelbare Verzögerungsstrecke, die mit der Netzspannung synchronisiert ist. Die einstellbare Verzögerung bestimmt den Phasenwinkel, bei dem der Thyristor, Triac oder Transistor die Netzspannung zum Verbraucher durchschaltet. Einfache, passive Dimmerschaltungen verwenden RC-Phasenschieber, die fest mit der Netzfrequenz verbunden sind. Für exakte Steuerungen und komplexe Regelaufgaben werden heute vielfach Mikrocontroller benutzt. Zur Synchronisation mit der Netzfrequenz ist hierbei ein Nulldurchgangsdetektor erforderlich. Wenn der Mikrocontroller nicht galvanisch vom Netz getrennt sein muss, gestaltet sich der Aufbau sehr einfach: ein Spannungsteiler und zwei Schutzdioden am Interrupteingang des Controller reichen völlig.

Wenn der Mikrocontroller aber galvanisch vom Netz getrennt sein muss, dann wird der notwendige Aufwand größer. Denn aufgrund nicht ohmscher und nicht gleichmäßiger Belastung lässt sich der Durchgang auf der Sekundärseite des Netztrafos nur bedingt exakt detektieren. Durch die nichtlineare Übertragungscharakteristik entsteht oft eine Deformation und Phasenverschiebung der Sekundärspannung, so dass von einem sauberen und phasenrichtigen Sinussignal nicht mehr die Rede sein kann. Nur für die Nullspannungsdetektion eine eigene Transformatorwicklung oder gar einen separaten Trafo (mit entsprechender Schutzklasse!) zu opfern, ist schaltungstechnisch wenig elegant und wegen der unvermeidbaren Eisenverluste des Trafos auch nicht gerade leistungssparend.

Die hier vorgestellte Schaltung leitet den Nulldurchgang direkt von der Netzspannung ab und setzt zur galvanischen Trennung einen Optokoppler ein. Zum Einsatz kommen nur preiswerte Standardbauteile. Weiterhin zeichnet sich die Schaltung durch geringe Leistungsaufnahme und Temperaturentwicklung aus. Sie erzeugt bei jedem Nulldurchgang (also 100 Impulse pro Sekunde) einen zeitlich exakten, scharfen und gleichförmigen Impuls.

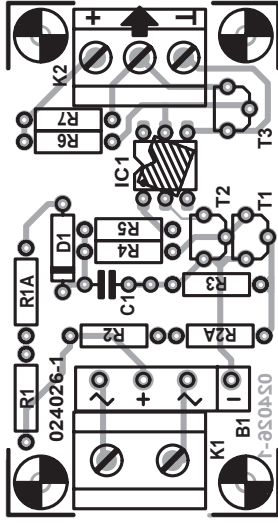


024026 - 11



Schaltungsaufbau

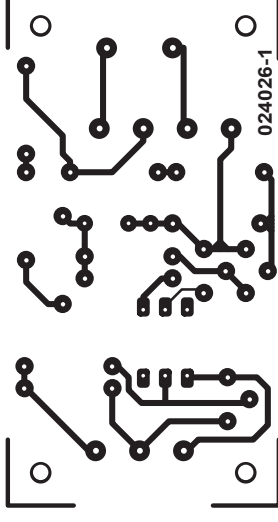
Ein Vollwellengleichrichter (B1) erzeugt eine pulsierende Gleichspannung, aus der die Impulse beim Nulldurchgang (über den Spannungsteiler R2/R3) wie auch die Versorgungsspannung des Optokopplers (geglättet durch R1/C1 auf etwa 7,3 V) abgeleitet werden. Die Ladungsmenge ist gerade ausreichend dimensioniert, um die nachfolgenden Schaltungsteile



für den nächsten Nulldurchgangsimpuls mit Spannung zu versorgen. D1 verhindert, dass beim Nulldurchgang ein Strom von C1 in die Basis von T1 zurückfließen kann, denn sonst könnte T1 den Nulldurchgang nicht detektieren. Schließlich der Nullspannungsschalter: T1 bezieht seinen Basisstrom über den hochohmigen Widerstand R4 direkt aus der gleichgerichteten Netzspannung. Der schnelle Anstieg der Netzspannung bewirkt, dass T1 fast ständig durchgeschaltet ist und nur während etwa 50 μ s vor und nach dem Nulldurchgang sperrt. Inverter T2 sorgt dafür, dass durch die LED des Optokopplers genau während des 100 μ s dauernden Nulldurchgangsimpulses ein durch R5 auf ungefähr 15 mA begrenzter Strom fließt. Weil die LED des Optokopplers nur mit sehr kurzen Impulsen angesteuert wird, ist die genaue Höhe des Stroms unkritisch. Der Fototransistor ist konventionell beschaltet, hier mit einem invertierenden Transistor, weil ein positiver Impuls für den Interrupt-Eingang eines Mikrocontrollers benötigt wurde.

Auf die Platine!

Die Netzspannung fällt nahezu komplett an den beiden Widerständen R1 und R2 ab. Aus diesem Grund sind die Widerstände auf der Platine auch in „Zweier-Reihenschaltungen“ R1+R1A respektive R2+R2A aufgeteilt. Alle anderen Bauteile und deren Platinenlayout können für Spannungen <30 V aus-



Stückliste

Widerstände:

R1, R1A = 330 k
R2 = 120 k
R2A, R4 = 100 k
R3 = 10 k
R5 = 270 Ω
R6, R7 = 10k

Kondensator:

C1 = 220 n, 50 V

Halbleiter:

B1 = B250C500 oder 4x1N4004
D1 = 1N4148
T1, T2, T3 = BC547B
IC1 = PC817 (Sharp)*

Außerdem:

K1 = 2-polige Platinenanschlussklemme, RM7,5
K2 = 3-polige Platinenanschlussklemme, RM5

gelegt werden, wobei natürlich immer auf einen ausreichenden Isolationsabstand (>6 mm) zu galvanisch getrennten Schaltungsteilen mit Schutzkleinspannung zu achten ist, vor allem im Bereich des Optokopplers. Zwischen Netzspannung führenden Teilen muss dagegen ein Abstand von 3 mm gewahrt sein. Im Betrieb erwärmt sich lediglich R2 etwas mehr als handwarm (aber bitte nicht überprüfen!). Der Sharp-Optokoppler mit vier Anschlüssen wird wie im Bestückungsaufdruck zu sehen schräg eingebaut, ein alternativer CNY17-2 gerade.