

LED-Schaltungen

RC-LED-Blinker

- Blinker mit LM3909-Emulation
 - 3909-Grundanwendung
 - 3909-Blinker, Frequenz einstellbar
- Blinker mit Thyristor-Ersatzschaltung
- Komplementär-Blinker
 - Schaltungstest 1 bis 4
 - Komplementär-Grundschialtung
 - Grundschialtung komplementär npn/pnp
 - Grundschialtung komplementär pnp/npn
 - Komplementär-Blinker-Varianten (nnp/pnp und pnp/npn)
 - Blinker 2-5V, LED intern (Q2-C)
 - Blinker 2-5V, LED intern
 - Blinker 2,5-5V, LED intern
 - Blinker 2,5-20V, Diode, LED intern
 - Blinker 2-20V, ZD, LED intern
 - Blinker 2,5-20V, ZD, LED intern
 - Blinker 1-5V, U-Erhöhung
 - Blinker 1-20V, ZD, U-Erhöhung
 - Blinker 2-5V, Treiber
 - Blinker 2-20V, ZD, Treiber
 - Blinker 2-20V, ZD/Diode optional, Treiber
 - Blinker 1-5V, Treiber mit U-Erhöhung
 - Blinker 1-20V, ZD/Diode optional, Treiber mit U-Erhöhung
 - Blinker als Zweipol
 - Blinker-Zweipol 5-12V (nnp/pnp)
 - Blinker-Zweipol 4-12V (pnp/npn)
 - Blinker als Spannungswächter
- AMV-Blinker (nnp oder pnp)
 - AMV-Blinker mit 1x LED
 - AMV-Wechsel-Blinker

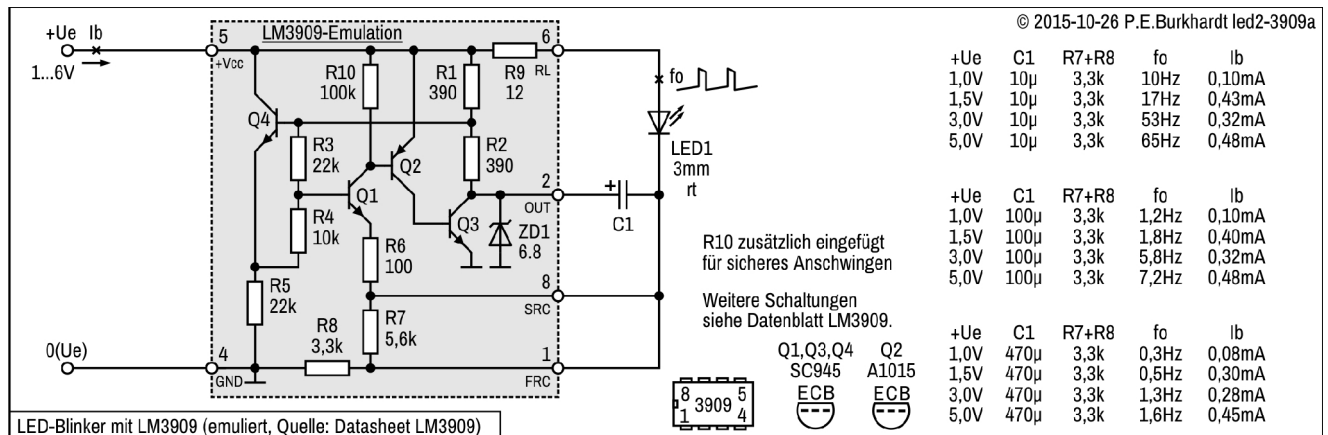
RC-LED-Blinker

Blinker mit LM3909-Emulation

Der LED-Flasher LM3909 wird als IC schon lange nicht mehr gefertigt. Deshalb wurde versucht, den Schaltkreis durch eine gleichwertige Schaltung zu ersetzen. Wie die Ergebnisse zeigen, ist dies prinzipiell möglich. Allerdings erscheint der diskrete Aufwand relativ hoch. Eine speziell an die jeweilige Anwendung angepasste Blinkerschaltung ist wesentlich einfacher.

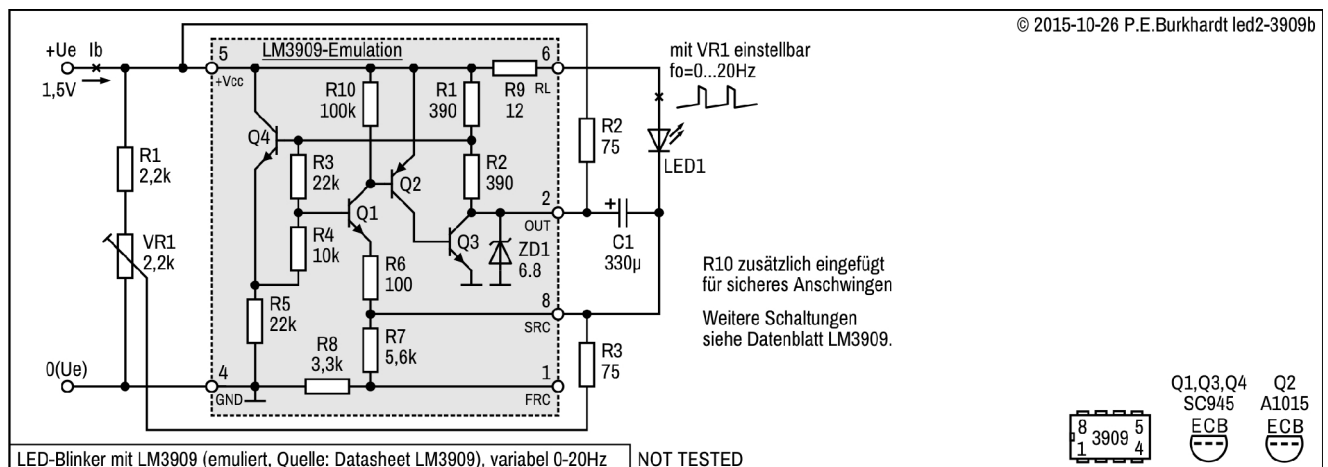
3909-Grundanwendung

Die Eigenschaften und Parameter des LM3903 sind im entsprechenden Datenblatt ausführlich dokumentiert. Die Emulation mit diskreten Transistoren erreicht ähnliche Eigenschaften.

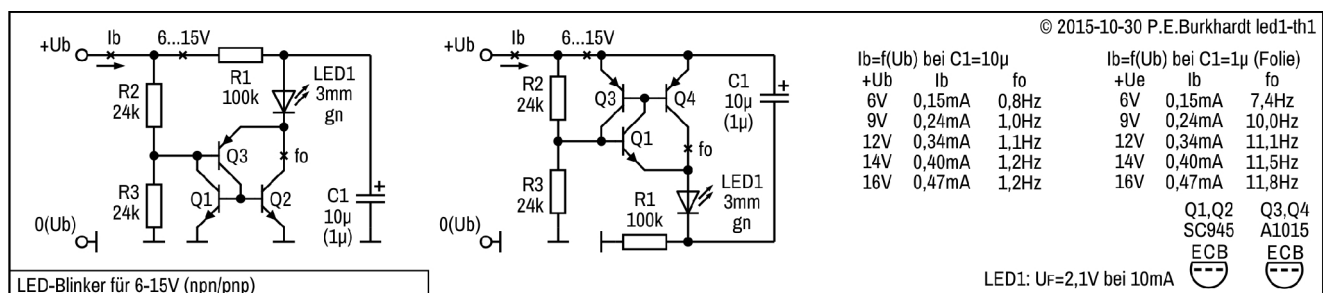


3909-Blinker, Frequenz einstellbar

Auch die folgende Schaltung mit einstellbarer Frequenz ist in ähnlicher Form im 3909-Datenblatt zu finden. Darüber hinaus gibt es dort weitere typische Anwendungsbeispiele, die sich mit der hier gezeigten IC-Nachbildung realisieren lassen.



Blinker mit Thyristor-Ersatzschaltung

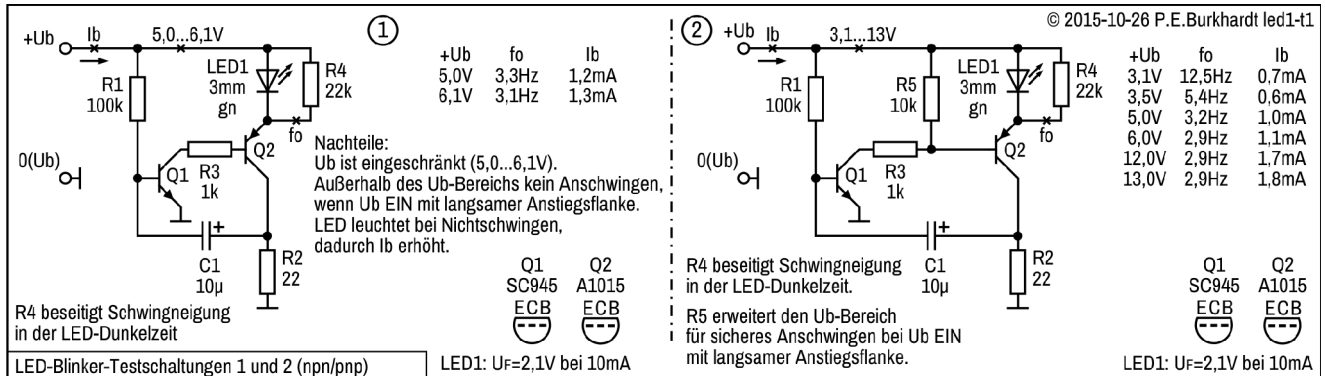


Komplementär-Blinker

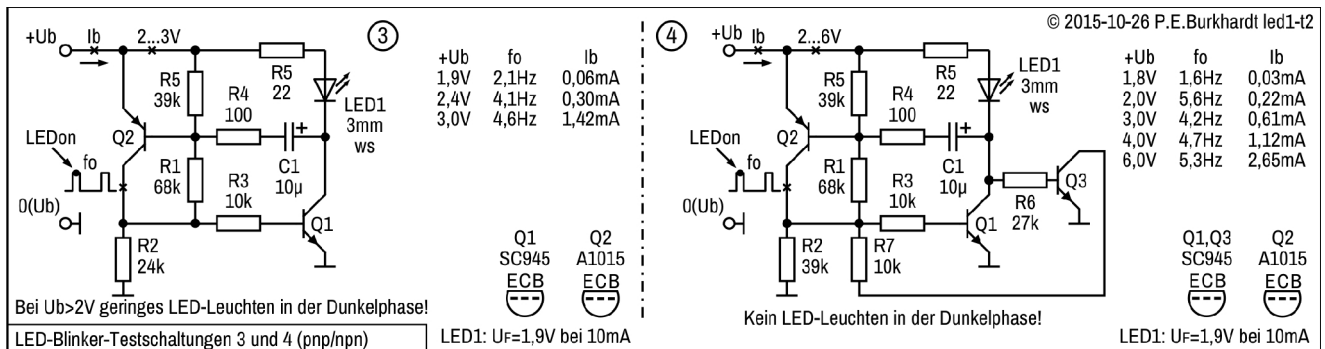
Es kursieren viele Blinkerschaltungen im Web, die mit komplementären Transistoren arbeiten. Um herauszufinden, was denn eigentlich die vielen Schaltungen unterscheidet, habe ich versucht, eine gewisse Systematik zu entwickeln. Ausgehend von den folgenden 4 Schaltungstests entstand dann die im darauffolgenden Abschnitt beschriebene Komplementär-Grundschialtung mit diversen Erweiterungen.

Schaltungstest 1 bis 4

Zu den getesteten Schaltungen 1 bis 4 ist nicht viel zu sagen. Ich habe einfach alle Test-Ergebnisse in die Pläne eingetragen.



Schaltung 1 (im Bild links) ist nicht zufriedenstellend. Die 2 zusätzlichen Widerstände in Schaltung 2 (im Bild rechts) brachten eine geringfügige Verbesserung.



Bei Schaltung 3 (im Bild links), die ebenfalls aus dem Web stammt, leuchtete die LED teilweise auch in der Dunkelphase. Die erweiterte Schaltung 4 verhindert dies zwar, ist aber durch die vielen Widerstände schon ziemlich aufwändig.

Komplementär-Grundschtaltung

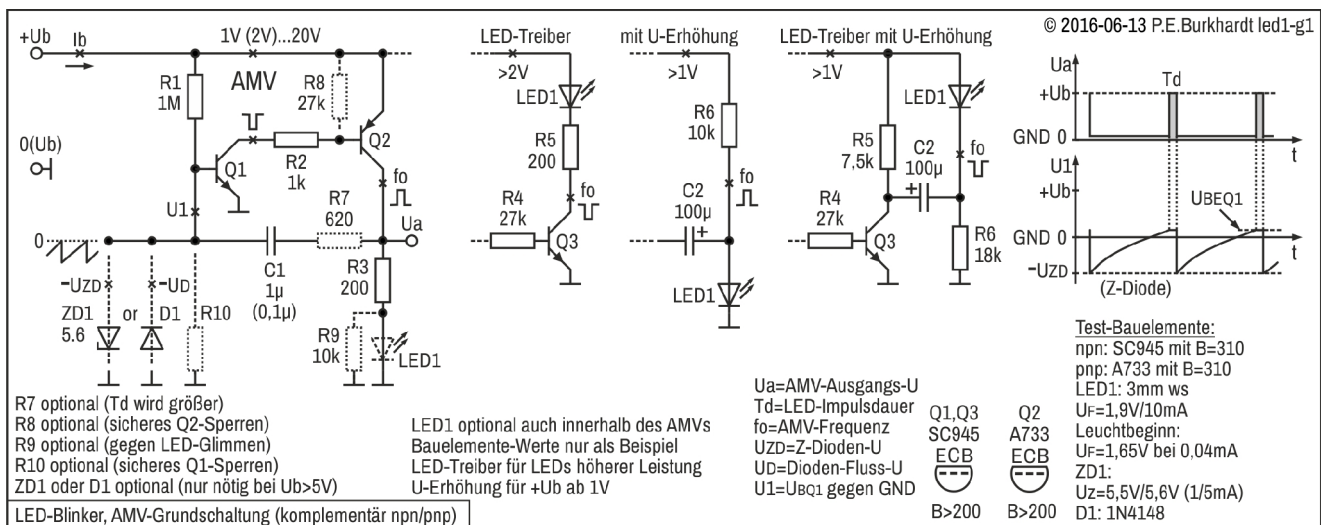
Die folgende Grundschtaltung eines AMV-Blinkers mit 2 komplementären Transistoren ergab sich aus der Analyse und dem Umzeichnen vieler Blinker aus dem Web. Wird die Grundschtaltung mit den dargestellten Erweiterungen versehen, ergeben sich unzählige Schaltungen, deren Bauelemente entsprechend der jeweiligen Anwendung speziell angepasst werden können. So spielen die gegebene Betriebsspannung U_b und die nötige LED-Leistung eine entscheidende Rolle bei der Schaltungsauswahl und bei deren Dimensionierung.

Die Grundschtaltung enthält einige typische Bauelemente-Werte (BE-Werte), mit denen die meisten Schaltungen funktionieren. Je nach verwendetem Transistortyp des ersten (linken) Transistors sind die Schaltungen in eine npn/pnp-Variante und in eine zweite pnp/pnp-Variante unterteilt. Beide Varianten sollten gleiche Ergebnisse bringen. Unterschiede bei den Messungen ergaben sich nur wenige, meistens als Folge von BE-Toleranzen oder wegen der immer vorhandenen Messunsicherheiten.

Index der Bauelemente

Der Index wurden funktionsbezogen vergeben, damit in den verschiedenen Schaltungen Bauelemente gleicher Funktion schnell auffindbar sind. Die Indexierung erfolgt also nicht durchgängig ab 1 aufsteigend.

Grundschtaltung komplementär npn/pnp



Funktionsweise des AMV

Nehmen wir an, C1 hat an der Q1-Basis-Seite seine maximal mögliche negative Spannung. Diese maximale negative Spannung liegt immer unterhalb von GND, im Extremfall beträgt sie $-U_b$ gegenüber GND. Q1 und Q2 sind gesperrt. Über R1 wird C1 langsam in Richtung positiver Spannung geladen, bis die Q1-Basis-Emitter-Spannung ca. 0,6 V erreicht hat. Q1 wird leitend, damit aber auch Q2. Der positive Spannungssprung am Q2-Kollektor bewirkt, dass LED1 aufblitzt (falls in Reihe mit R3 geschaltet) oder dass an R3 ein positiver Impuls zur Ansteuerung eines Treibertransistors zur Verfügung steht.

Die Impulsbreite Td dieses Impulses ist kurz gegenüber der C1-Ladezeit, die maßgebend durch die Zeitkonstante $R1 * C1$ bestimmt wird. Während des kurzen Impulses (Q2 ist durchgesteuert) ist die rechte C1-Seite (siehe Bild) über Q2 mit $+U_b$ verbunden. Das bewirkt, dass die linke C1-Seite negativ gegenüber GND wird. Diese negative Spitze kann bis zum Wert von $+U_b$ absinken, wenn sie nicht durch ZD1, D1 oder die Durchbruchspannung der Q1-Emitter-Basis-Strecke begrenzt wird. Gleichzeitig werden Q1 und damit auch Q2 wieder gesperrt.

Nun beginnt wieder das C1-Aufladen über R1 und damit ein neuer Zyklus. Die entstehende Schwingung ist fast sägezahnförmig, siehe Diagramm im Bild rechts.

Z-Diode ZD1 und Diode D1

Wird entweder ZD1 oder D1 eingesetzt, erfolgt die Begrenzung der gegenüber GND negativen C1-Spannungsspitze auf entweder die Z-Spannung oder auf die D1-Fluss-Spannung. Das bedeutet, an der Q1-Basis tritt maximal eine Spannung von $-5,6 V$ auf (bei ZD5.6) oder bei Einsatz von D1 eine Spannung von maximal $-0,7 V$. ZD1 bzw. D1 dienen also als Begrenzer und schützen so die Q1-Basis-Emitter-Strecke vor einem Durchbruch.

Werden beide Dioden weggelassen, erfolgt der Anstieg der negativen Spannung bis zur Q1-Durchbruchspannung, wenn $+U_b$ genügend groß ist. Bei zum Beispiel $+15\text{ V}$ wird die negative Spitze durch den Q1-Durchbruch auf ca. 5 bis 9 V begrenzt. Das ist die Emitter-Basis-Sperrspannung, die je nach Transistortyp unterschiedlich ist. Diese Art der Begrenzung sollte aber nicht betriebsmäßig ausgenutzt werden. Das bedeutet, ist $+U_b$ größer als etwa 5 bis 6 V, sollte entweder ZD1 oder D1 eingesetzt werden, um Q1 zu schonen.

Beträgt $+U_b$ weniger als 5 V, ist keine Gefahr des Durchbruchs gegeben. ZD1 bzw. D1 kann dann entfallen.

Die Dioden haben natürlich Einfluss auf die Frequenz, da C1 auf unterschiedliche Spannungswerte aufgeladen wird. Die Anstiegsflanke des Sägezahns ist also entweder kürzer (bei D1) oder länger (bei ZD1), vorausgesetzt natürlich, $+U_b$ ist genügend groß. Werden beide Dioden weggelassen, bestimmen Q1 (Durchbruchspannung) bzw. $+U_b$ den negativen C1-Scheitelwert und damit die resultierende Frequenz der erzeugten Schwingung.

Widerstand R10 optional

Widerstand R10 kann eingesetzt werden, wenn Q1 nicht sicher sperrt. R10 erleichtert das Anschwingen und verhindert, dass Q1 und damit Q2 ständig durchgesteuert sind. LED1 würde permanent leuchten, der AMV schwingt in diesem Falle nicht. R10 ist aber nicht immer erforderlich.

Zeitkonstante mit R1 und C1

Widerstand R1 kann auch mehrere Megaohm betragen, um die Ladezeit zu vergrößern und damit die Blinkfrequenz zu verringern. Für die weiter unten aufgeführten Anwendungsbeispiele wurden 2 repräsentative Kondensatorwerte verwendet. C1 sollte kein Elko sein, bei $1\text{ }\mu\text{F}$ ist das auch nicht nötig.

Widerstand R7 in Reihe zu C1

Widerstand R7 ist ebenfalls optional. Fehlt er, ist die LED-Impuls-Dauer T_d am geringsten. Mit R7 kann aber T_d vergrößert werden, der LED-Blitz wird länger und damit heller. Zu groß darf aber R7 auch nicht sein, damit der AMV sicher schwingt. Außerdem darf die LED bei hohem Strom nicht zu lange leuchten, damit sie nicht überlastet wird.

Basis-Widerstand R2

Widerstand R2 begrenzt den Q2-Basis-Strom und damit gleichzeitig den Q1-Kollektor-Strom. Obwohl viele Schaltungen ohne diesen Widerstand veröffentlicht sind, darf er nicht fehlen. Q1 und Q2 sind zwar nur während des LED-Impulses leitend, aber ohne R2 besteht zwischen $+U_b$ und GND fast ein Kurzschluss. Bei hoher U_b wird der zulässige Q2-Basis-Strom schnell überschritten. Auf Dauer hält das kein Transistor aus.

Widerstand R8 optional

Widerstand R8 sorgt für sicheres Sperren des Transistors Q2. In manchen Schaltungen ist R8 nötig, um die richtigen Pegelverhältnisse und damit das sichere AMV-Schwingen zu erreichen.

Kollektor-Widerstand R3

Widerstand R3 ist der Q2-Kollektor-Widerstand und immer erforderlich. Er begrenzt den Q2-Kollektor-Strom und dient gleichzeitig als Arbeitswiderstand, wenn am Q2-Kollektor eine weitere Stufe angekoppelt wird. Ist LED1 in Reihe zu R3 geschaltet (siehe Bild), begrenzt R3 den LED-Impuls-Strom.

Transistoren Q1 und Q2

Beide Transistoren sind 150mA-Kleinleistungstypen. Die Stromverstärkung sollte wenigstens 200 sein, in den Test- und Anwendungsschaltungen wurden Transistoren mit $B = 310$ verwendet. Bei zu geringer Stromverstärkung ist evtl. die Dimensionierung zu verändern, um stabile Verhältnisse zu erreichen.

Leuchtdiode LED1

LED1 ist eine glasklare runde 3mm-Diode mit niedrigem Leuchtbeginn. Schon bei 40 Mikroampere LED-Strom zeigt sich ein deutlich erkennbarer Leuchtpunkt. Das ist günstig, weil dadurch ein unerwünschter LED-Strom während der LED-Dunkelphase gut erkennbar ist. Die LED sollte im Impulsbetrieb bis zu 200 mA aushalten können, was aber die meisten kleinen LEDs verkraften. Vorsicht ist aber angebracht, wenn beim Test einer Schaltung der AMV nicht schwingt und im leitenden Q2-Zustand verharrt. Die LED wird dann mit Dauerlicht leuchten und relativ schnell überlastet, wenn $+U_b$ hoch genug ist.

In manchen Schaltungen ist parallel zur LED ein Widerstand (R9) erforderlich, damit die LED in der Dunkelphase nicht glimmt. Ob R9 nötig ist, hängt auch vom Typ der verwendeten LED ab.

LED-Treiber mit Q3

Für höhere Lichtleistung ist meist ein Treiber erforderlich, mit dem die unterschiedlichsten LEDs betrieben werden können. Während R4 in den meisten Fällen nicht verändert werden muss, ist R5 an den nötigen LED-Strom bei gegebener U_b anzupassen. Die Verwendung der Treiberschaltung hat außerdem den Vorteil, dass für den Treiber eine andere (meist höhere) Betriebsspannung vorgesehen werden kann. Die LED1 wird dann nicht an $+U_b$, sondern an die separate Treiber- U_b angeschlossen. Das gemeinsame GND-Potential bleibt.

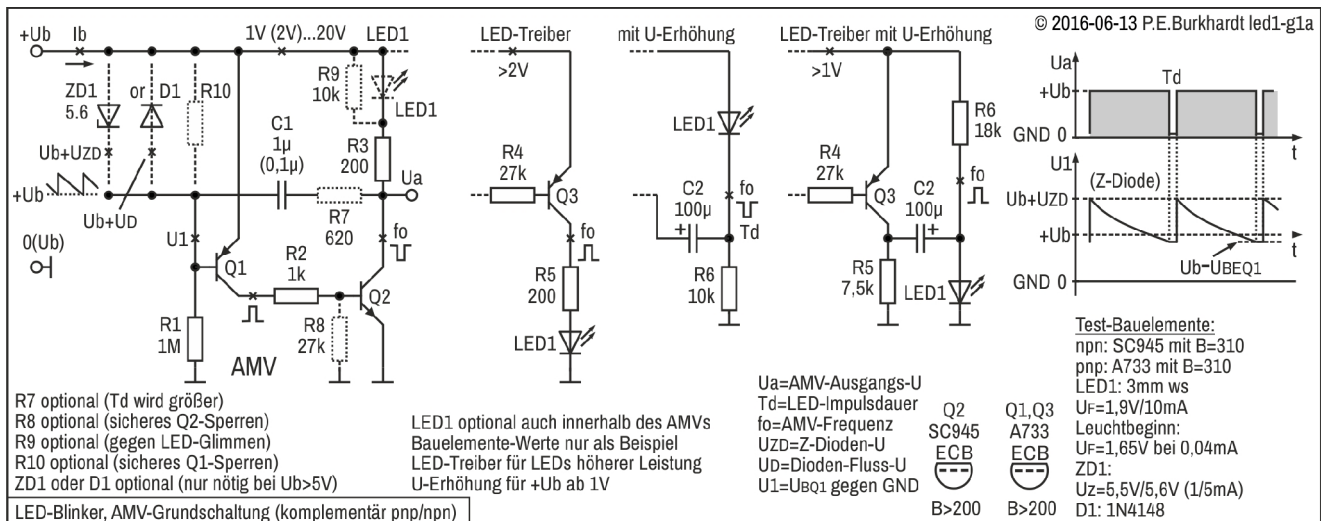
Spannungs-Erhöhung

Die im Bild gezeigte U-Erhöhung erlaubt es, mit dem AMV auch schon bei $+U_b = 1\text{ V}$ die LED zum Leuchten (Blitzen) zu bringen. Das ist vorteilhaft bei Schaltungen, die an einer 1,5V-Batterie oder an einem 1,2V-Akku arbeiten sollen. Elko C2 kann ggf. angepasst werden.

Spannungs-Erhöhung mit LED-Treiber

Damit die AMV-Grundschiung unabhängig dimensioniert werden kann, ist bei dieser Variante der LED-Treiber Q3 nachgeschaltet, der zusammen mit C2 und den beiden Widerständen R5 und R6 ebenfalls für eine U-Erhöhung sorgt. Auch damit funktioniert die Gesamtschaltung schon mit 1 V, meist sogar schon bei 0,9 V.

Grundschiung komplementär pnp/npn



Funktionsweise des AMV

Nehmen wir an, C1 ist an der Q1-Basis-Seite auf seine maximal mögliche Spannung aufgeladen. Diese maximale positive Spannung ist immer größer als $+U_b$, im Extremfall doppelt so hoch. Q1 und Q2 sind gesperrt. Über R1 wird C1 langsam entladen, bis die Q1-Basis-Emitter-Spannung ca. $+U_b - 0,6\text{ V}$ erreicht hat. Q1 wird leitend, damit aber auch Q2. Der negative Spannungssprung am Q2-Kollektor bewirkt, dass LED1 aufblitzt (falls in Reihe mit R3 geschaltet) oder dass an R3 ein negativer Impuls zur Ansteuerung eines Treibertransistors zur Verfügung steht.

Die Impulsbreite Td dieses Impulses ist kurz gegenüber der C1-Entladezeit, die maßgebend durch die Zeitkonstante $R1 * C1$ bestimmt wird. Während des kurzen Impulses (Q2 ist durchgesteuert) ist die rechte C1-Seite (siehe Bild) über Q2 mit GND verbunden. Das bewirkt, dass die linke C1-Seite positiv gegenüber $+U_b$ wird. Diese positive Spitze kann bis zum doppelten Wert von $+U_b$ ansteigen, wenn sie nicht durch ZD1, D1 oder die Durchbruchspannung der Q1-Emitter-Basis-Strecke begrenzt wird. Gleichzeitig werden Q1 und damit auch Q2 wieder gesperrt.

Nun beginnt wieder das C1-Entladen über R1 und damit ein neuer Zyklus. Die entstehende Schwingung ist fast sägezahnförmig, siehe Diagramm im Bild rechts.

Z-Diode ZD1 und Diode D1

Wird entweder ZD1 oder D1 eingesetzt, erfolgt die Begrenzung der gegenüber $+U_b$ positiven C1-Spannungsspitze auf entweder die Z-Spannung oder auf die D1-Fluss-Spannung. Das bedeutet, an der Q1-Basis tritt maximal eine Spannung von $U_b + 5,6\text{ V}$ auf (bei ZD5.6) oder bei Einsatz von D1 eine Spannung von maximal $U_b + 0,7\text{ V}$. ZD1 bzw. D1 dienen also als Begrenzer und schützen so die Q1-Basis-Emitter-Strecke vor einem Durchbruch.

Werden beide Dioden weggelassen, erfolgt der Anstieg der positiven Spannung bis zur Q1-Durchbruchspannung, wenn $+U_b$ genügend groß ist. Bei zum Beispiel $+15\text{ V}$ wird die positive Spitze durch den Q1-Durchbruch auf ca. 5 bis 9 V oberhalb von $+U_b$ begrenzt. Das ist die Emitter-Basis-Sperrspannung, die je nach Transistortyp unterschiedlich ist. Diese Art der Begrenzung sollte aber nicht betriebsmäßig ausgenutzt werden. Das bedeutet, ist $+U_b$ größer als etwa 5 bis 6 V, sollte entweder ZD1 oder D1 eingesetzt werden, um Q1 zu schonen.

Beträgt $+U_b$ weniger als 5 V, ist keine Gefahr des Durchbruchs gegeben. ZD1 bzw. D1 kann dann entfallen.

Die Dioden haben natürlich Einfluss auf die Frequenz, da C1 von unterschiedlichen Spannungswerten entladen wird. Die abfallende Flanke des Sägezahns ist also entweder kürzer (bei D1) oder länger (bei ZD1), vorausgesetzt natürlich, $+U_b$ ist genügend groß. Werden beide Dioden weggelassen, bestimmen Q1 (Durchbruchspannung) bzw. $+U_b$ den positiven C1-Scheitelwert und damit die resultierende Frequenz der erzeugten Schwingung.

Widerstand R10 optional

Widerstand R10 kann eingesetzt werden, wenn Q1 nicht sicher sperrt. R10 erleichtert das Anschwingen und verhindert, dass Q1 und damit Q2 ständig durchgesteuert sind. LED1 würde permanent leuchten, der AMV schwingt in diesem Falle nicht. R10 ist aber nicht immer erforderlich.

Zeitkonstante mit R1 und C1

Widerstand R1 kann auch mehrere Megaohm betragen, um die Entladezeit zu vergrößern und damit die Blinkfrequenz zu verringern. Für die weiter unten aufgeführten Anwendungsbeispiele wurden 2 repräsentative Kondensatorwerte verwendet. C1 sollte kein Elko sein, bei 1 μF ist das auch nicht nötig.

h6>Widerstand R7 in Reihe zu C1

Widerstand R7 ist ebenfalls optional. Fehlt er, ist die LED-Impuls-Dauer T_d am geringsten. Mit R7 kann aber T_d vergrößert werden, der LED-Blitz wird länger und damit heller. Zu groß darf aber R7 auch nicht sein, damit der AMV sicher schwingt. Außerdem darf die LED bei hohem Strom nicht zu lange leuchten, damit sie nicht überlastet wird.

Basis-Widerstand R2

Widerstand R2 begrenzt den Q2-Basis-Strom und damit gleichzeitig den Q1-Kollektor-Strom. Obwohl viele Schaltungen ohne diesen Widerstand veröffentlicht sind, darf er nicht fehlen. Q1 und Q2 sind zwar nur während des LED-Impulses leitend, aber ohne R2 besteht zwischen $+U_b$ und GND fast ein Kurzschluss. Bei hoher U_b wird der zulässige Q2-Basis-Strom schnell überschritten. Auf Dauer hält das kein Transistor aus.

Widerstand R8 optional

Widerstand R8 sorgt für sicheres Sperren des Transistors Q2. In manchen Schaltungen ist R8 nötig, um die richtigen Pegelverhältnisse und damit das sichere AMV-Schwingen zu erreichen.

Widerstand R3

Widerstand R3 ist der Q2-Kollektor-Widerstand und immer erforderlich. Er begrenzt den Q2-Kollektor-Strom und dient gleichzeitig als Arbeitswiderstand, wenn am Q2-Kollektor eine weitere Stufe angekoppelt wird. Ist LED1 in Reihe zu R3 geschaltet (siehe Bild), begrenzt R3 den LED-Impuls-Strom.

Transistoren Q1 und Q2

Beide Transistoren sind 150mA-Kleinleistungstypen. Die Stromverstärkung sollte wenigstens 200 sein, in den Test- und Anwendungsschaltungen wurden Transistoren mit $B = 310$ verwendet. Bei zu geringer Stromverstärkung ist evtl. die Dimensionierung zu verändern, um stabile Verhältnisse zu erreichen.

Leuchtdiode LED1

LED1 ist eine glasklare runde 3mm-Diode mit niedrigem Leuchtbeginn. Schon bei 40 Mikroampere LED-Strom zeigt sich ein deutlich erkennbarer Leuchtpunkt. Das ist günstig, weil dadurch ein unerwünschter LED-Strom während der LED-Dunkelphase gut erkennbar ist. Die LED sollte im Impulsbetrieb bis zu 200 mA aushalten können, was aber die meisten kleinen LEDs verkraften. Vorsicht ist aber angebracht, wenn beim Test einer Schaltung der AMV nicht schwingt und im leitenden Q2-Zustand verharrt. Die LED wird dann mit Dauerlicht leuchten und relativ schnell überlastet, wenn $+U_b$ hoch genug ist.

In manchen Schaltungen ist parallel zur LED ein Widerstand (R9) erforderlich, damit die LED in der Dunkelphase nicht glimmt. Ob R9 nötig ist, hängt auch vom Typ der verwendeten LED ab.

LED-Treiber mit Q3

Für höhere Lichtleistung ist meist ein Treiber erforderlich, mit dem die unterschiedlichsten LEDs betrieben werden können. Während R4 in den meisten Fällen nicht verändert werden muss, ist R5 an den nötigen LED-Strom bei gegebener U_b anzupassen. Die Verwendung der Treiberschaltung hat außerdem den Vorteil, dass für den Treiber eine andere (meist höhere) Betriebsspannung vorgesehen werden kann. Die LED1 wird dann nicht an $+U_b$, sondern an die separate Treiber- U_b angeschlossen. Das gemeinsame GND-Potential bleibt.

Spannungs-Erhöhung

Die im Bild gezeigte U-Erhöhung erlaubt es, mit dem AMV auch schon bei $+U_b = 1\text{ V}$ die LED zum Leuchten (Blitzen) zu bringen. Das ist vorteilhaft bei Schaltungen, die an einer 1,5V-Batterie oder an einem 1,2V-Akku arbeiten sollen. Elko C2 kann ggf. angepasst werden.

Spannungs-Erhöhung mit LED-Treiber

Damit die AMV-Grundsaltung unabhängig dimensioniert werden kann, ist bei dieser Variante der LED-Treiber Q3 nachgeschaltet, der zusammen mit C2 und den beiden Widerständen R5 und R6 ebenfalls für eine U-Erhöhung sorgt. Auch damit funktioniert die Gesamtschaltung schon mit 1 V, meist sogar schon bei 0,9 V.

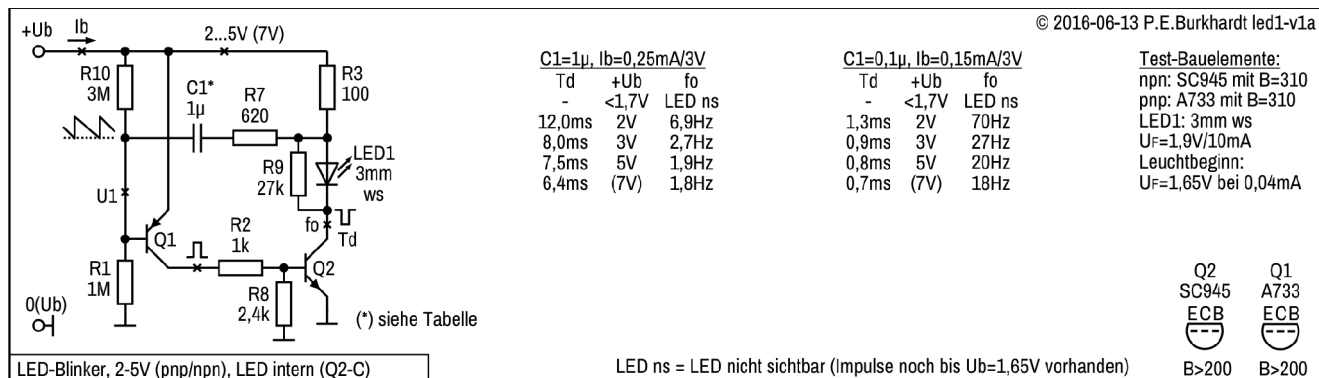
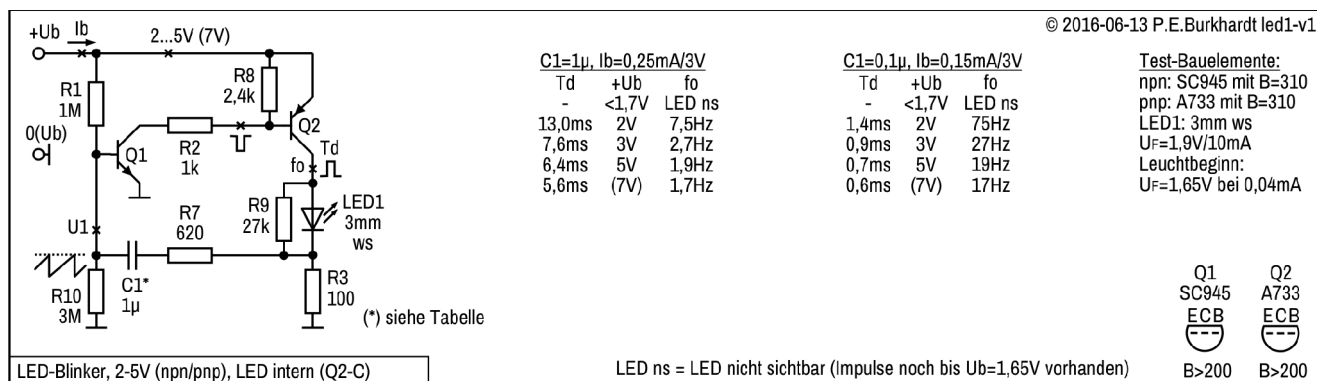
Komplementär-Blinker-Varianten (npn/pnp und pnp/npn)

Die folgenden Blinker-Varianten sind alle im jeweils angegebenen U_b -Bereich getestet. Die Blinkfrequenz f_o wurde mit einem digitalen Zähler, die Impulsdauer T_d mit einem analogen Oszi bestimmt. Die Strom-Messung erfolgte mit einer speziellen Mess-Schaltung, um bei der sehr kleinen Einschaltdauerem der Stromaufnahme die Strom-Mittelwerte bei akzeptabler Ableszeit feststellen zu können.

Aufgrund des kurzen Lichtblitzes bei langer Pause ergibt sich insgesamt auch bei hohem LED-Strom ein sehr niedriger mittlerer Betriebsstrom. Das ist vor allem bei Anwendungen mit Batteriespeisung interessant.

Da alle Schaltungen auf der weiter oben beschriebenen komplementären AMV-Grundschiung basieren, erübrigt sich an dieser Stelle eine Funktionsbeschreibung. Messwerte und nötige Hinweise sind in jedem Schaltbild angegeben.

Blinker 2-5V, LED intern (Q2-C)



Blinker 2-5V, LED intern

(*) siehe Tabelle

LED-Blinker für 2-5V (npn/pnp), LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v2

C1=1µ		C1=0,1µ	
Td=48ms bei 3V		Td=8ms bei 3V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<1,6V	LED ns	<1,6V	LED ns
1,8V	0,63Hz	1,8V	5,6Hz
2V	0,70Hz	2V	6,2Hz
3V	0,74Hz	3V	7,1Hz
4V	0,76Hz	4V	7,1Hz
5V	0,76Hz	5V	7,1Hz
(7V)	0,80Hz	(7V)	7,1Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q1	Q2
SC945	A733
ECB	ECB
B>200	B>200

LED-Blinker für 2-5V (pnp/npn), LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v2a

C1=1µ		C1=0,1µ	
Td=50ms bei 3V		Td=10ms bei 3V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<1,6V	LED ns	<1,6V	LED ns
1,8V	0,55Hz	1,8V	5,0Hz
2V	0,62Hz	2V	5,5Hz
3V	0,71Hz	3V	6,8Hz
4V	0,77Hz	4V	7,1Hz
5V	0,79Hz	5V	7,1Hz
(7V)	0,85Hz	(7V)	8,3Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q2	Q1
SC945	A733
ECB	ECB
B>200	B>200

Blinker 2,5-5V, LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v3

LED-Blinker, 2,5-5V (npn/pnp), LED intern

C1=1µ		C1=0,1µ	
Ub	fo	Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,2V	0,8Hz	2,2V	7,8Hz
3V	1,5Hz	3V	14,1Hz
4V	1,7Hz	4V	16,1Hz
5V	1,8Hz	5V	16,6Hz
(7V)	2,0Hz	(7V)	18,8Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA

Q1 SC945 ECB B>200
Q2 A733 ECB B>200

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v3a

LED-Blinker, 2,5-5V (pnp/nnp), LED intern

C1=1µ		C1=0,1µ	
Ub	fo	Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,2V	0,7Hz	2,2V	5,9Hz
3V	1,4Hz	3V	14,0Hz
4V	1,7Hz	4V	16,9Hz
5V	1,9Hz	5V	18,2Hz
(7V)	2,0Hz	(7V)	19,3Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA

Q2 SC945 ECB B>200
Q1 A733 ECB B>200

Blinker 2,5-20V, Diode, LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v4

LED-Blinker, 2,5-20V (npn/pnp), D1, LED intern

C1=1µ		C1=0,1µ	
Ub	fo	Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,2V	0,9Hz	2,2V	8,3Hz
3,0V	2,1Hz	3,0V	21Hz
5,0V	4,0Hz	5,0V	40Hz
10V	7,6Hz	10V	76Hz
15V	10,7Hz	15V	161Hz
20V	13,5Hz	20V	134Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
D1: 1N4148

Q1 SC945 ECB B>200
Q2 A733 ECB B>200

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v4a

LED-Blinker, 2,5-20V (pnp/nnp), D1, LED intern

C1=1µ		C1=0,1µ	
Ub	fo	Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,2V	0,94Hz	2,2V	8,3Hz
3,0V	2,1Hz	3,0V	21,4Hz
5,0V	4,0Hz	5,0V	39,8Hz
10V	7,6Hz	10V	75,7Hz
15V	10,7Hz	15V	106Hz
20V	13,5Hz	20V	135Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
D1: 1N4148

Q2 SC945 ECB B>200
Q1 A733 ECB B>200

Blinker 2-20V, ZD, LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v5

LED-Blinker, 2-20V (npn/pnp), ZD1, LED intern

C1=1µ Td=0,8ms bei 5V		C1=0,1µ Td=0,12ms bei 5V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<1,7V	LED ns	<1,7V	LED ns
1,8V	1,1Hz	1,8V	10,9Hz
2,0V	1,2Hz	2,0V	11,4Hz
3,0V	1,3Hz	3,0V	12,5Hz
5,0V	1,4Hz	5,0V	13,6Hz
10V	2,2Hz	10V	21,7Hz
15V	3,0Hz	15V	29,9Hz
20V	3,8Hz	20V	38,0Hz

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q1 SC945 ECB B>200
Q2 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v5a

LED-Blinker, 2-20V (pnp/npn), ZD1, LED intern

C1=1µ Td=0,8ms bei 5V		C1=0,1µ Td=0,8ms bei 5V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<1,7V	LED ns	<1,7V	LED ns
1,8V	1,1Hz	1,8V	10,9Hz
2,0V	1,2Hz	2,0V	11,5Hz
3,0V	1,3Hz	3,0V	12,5Hz
5,0V	1,4Hz	5,0V	13,6Hz
10V	2,1Hz	10V	21,7Hz
15V	3,0Hz	15V	29,9Hz
20V	3,8Hz	20V	38,0Hz

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q2 SC945 ECB B>200
Q1 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Blinker 2,5-20V, ZD, LED intern

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v6

LED-Blinker für 2,5-20V (npn/pnp), ZD1, LED intern

C1=1µ Td=50ms bei 5V		C1=0,1µ Td=5ms bei 5V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,3V	1,6Hz	2,3V	15Hz
2,5V	0,9Hz	2,5V	5,0Hz
3,0V	0,3Hz	3,0V	3,3Hz
5,0V	0,2Hz	5,0V	2,1Hz
10V	0,3Hz	10V	2,8Hz
15V	0,4Hz	15V	3,8Hz
20V	0,5Hz	20V	4,7Hz

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q1 SC945 ECB B>200
Q2 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

© 2016-06-13 P.E.Burkhardt led1-v6a

LED-Blinker für 2,5-20V (pnp/npn), ZD1, LED intern

C1=1µ Td=44ms bei 5V		C1=0,1µ Td=5ms bei 5V	
+Ub	fo	+Ub	fo
<2,2V	LED ns	<2,2V	LED ns
2,3V	1,5Hz	2,3V	15Hz
2,5V	0,5Hz	2,5V	5,0Hz
3,0V	0,3Hz	3,0V	3,4Hz
5,0V	0,2Hz	5,0V	2,1Hz
10V	0,3Hz	10V	2,8Hz
15V	0,4Hz	15V	3,9Hz
20V	0,5Hz	20V	4,9Hz

Test-Bauelemente:
nnp: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
U_F=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
U_F=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q2 SC945 ECB B>200
Q1 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
R9 verhindert LED-Glimmen bei niedriger Ub

Blinker 1-5V, U-Erhöhung

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v7

LED-Blinker, 1-5V (npn/pnp), U-Erhöhung

+Ub	fo	lb
<0,9V	LED ns	0,06mA
1,0V	1,2Hz	0,11mA
1,2V	1,2Hz	0,24mA
1,5V	1,3Hz	0,43mA
2,0V	1,3Hz	0,74mA
3,0V	1,4Hz	1,3mA
5,0V	1,4Hz	2,3mA
(7,0V)	1,4Hz	3,4mA

+Ub	fo	lb
<0,95V	LED ns	0,09mA
1,0V	11,5Hz	0,11mA
1,2V	12,2Hz	0,21mA
1,5V	12,8Hz	0,36mA
2,0V	13,4Hz	0,61mA
3,0V	14,0Hz	1,1mA
5,0V	14,4Hz	2,1mA
(7,0V)	14,8Hz	3,1mA

Test-Bauelemente:
 npn: SC945 mit B=310
 pnp: A733 mit B=310
 LED1: 3mm ws
 U_F=1,9V/10mA
 Leuchtbeginn:
 U_F=1,65V bei 0,04mA

Q1 SC945 ECB B>200
 Q2 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
 (Impulse noch bis U_b=0,7V vorhanden)

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v7a

LED-Blinker, 1-5V (pnp/npn), U-Erhöhung

+Ub	fo	lb
<0,9V	LED ns	
1,0V	1,1Hz	
1,5V	1,2Hz	
2,0V	1,3Hz	
3,0V	1,3Hz	
5,0V	1,4Hz	
(7,0V)	1,4Hz	

+Ub	fo	lb
<0,9V	LED ns	
1,0V	11,4Hz	
1,5V	12,7Hz	
2,0V	13,2Hz	
3,0V	13,5Hz	
5,0V	13,8Hz	
(7,0V)	14,1Hz	

Test-Bauelemente:
 npn: SC945 mit B=310
 pnp: A733 mit B=310
 LED1: 3mm ws
 U_F=1,9V/10mA
 U_F=1,65V bei 0,04mA

Q2 SC945 ECB B>200
 Q1 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar
 (Impulse noch bis U_b=0,7V vorhanden)

(*) siehe Tabelle

Blinker 1-20V, ZD, U-Erhöhung

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v8

LED-Blinker, 1-20V (npn/pnp), ZD1, U-Erhöhung

+Ub	fo	lb
<0,9	LED ns	
1V	1,2Hz	
2V	1,3Hz	
3V	1,3Hz	
5V	1,4Hz	
10V	2,3Hz	
15V	3,2Hz	
20V	4,1Hz	

+Ub	fo	lb
<0,9	LED ns	
1V	11,5Hz	
2V	13,1Hz	
3V	13,5Hz	
5V	14,3Hz	
10V	23,3Hz	
15V	32,2Hz	
20V	40,4Hz	

Test-Bauelemente:
 npn: SC945 mit B=310
 pnp: A733 mit B=310
 LED1: 3mm ws
 U_F=1,9V/10mA
 Leuchtbeginn:
 U_F=1,65V bei 0,04mA
 ZD1:
 U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q1 SC945 ECB B>200
 Q2 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar

(*) siehe Tabelle

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v8a

LED-Blinker, 1-20V (pnp/npn), ZD1, U-Erhöhung

+Ub	fo	lb
<0,9	LED ns	
1V	1,1Hz	
2V	1,3Hz	
3V	1,3Hz	
5V	1,4Hz	
10V	2,3Hz	
15V	3,2Hz	
20V	4,1Hz	

+Ub	fo	lb
<0,9	LED ns	
1V	11,5Hz	
2V	13,1Hz	
3V	13,4Hz	
5V	14,1Hz	
10V	22,6Hz	
15V	30,9Hz	
20V	38,5Hz	

Test-Bauelemente:
 npn: SC945 mit B=310
 pnp: A733 mit B=310
 LED1: 3mm ws
 U_F=1,9V/10mA
 Leuchtbeginn:
 U_F=1,65V bei 0,04mA
 ZD1:
 U_Z=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q2 SC945 ECB B>200
 Q1 A733 ECB B>200

LED ns = LED nicht sichtbar

(*) siehe Tabelle

Blinker 2-5V, Treiber

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v9

alternativ:
C1=0,1μ, R3=200, R7=620
C1=1μ, R3=200, R7=100

LED-Blinker, 2-5V (npn/pnp), LED-Treiber

C1=1μ, Td=4,8ms				C1=0,1μ, Td=0,45ms			
+Ub	fo	lb		+Ub	fo	lb	
<1,7V	LED ns	0,14mA		<1,8V	LED ns	0,09mA	
2,0V	1,3Hz	0,15mA		2,0V	13,0Hz	0,21mA	
3,0V	1,4Hz	0,25mA		3,0V	13,5Hz	0,27mA	
5,0V	1,4Hz	0,50mA		5,0V	13,8Hz	0,45mA	
(7,0V)	1,4Hz	0,60mA		(7,0V)	13,9Hz	0,60mA	

mit R1=2,2M ist fo ≈ 0,6Hz mit R1=2,2M ist fo ≈ 6,1Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
(Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npr: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q1,Q3 Q2
SC945 A733
ECB ECB
B>200 B>200

© 2016-06-16 P.E.Burkhardt led1-v9a

LED-Blinker, 2-5V (pnp/npr), LED-Treiber

C1=1μ, Td=4,8ms				C1=0,1μ, Td=0,5ms			
+Ub	fo	lb		+Ub	fo	lb	
<1,8V	LED ns	0,15mA		<1,8V	LED ns	0,10mA	
2,0V	1,3Hz	0,14mA		2,0V	13,0Hz	0,13mA	
3,0V	1,4Hz	0,24mA		3,0V	13,4Hz	0,23mA	
5,0V	1,4Hz	0,36mA		5,0V	13,7Hz	0,40mA	
(7,0V)	1,4Hz	0,48mA		(7,0V)	13,8Hz	0,55mA	

mit R1=2,2M ist fo ≈ 0,6Hz mit R1=2,2M ist fo ≈ 6,1Hz

LED ns = LED nicht sichtbar
(Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npr: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q2 Q1,Q3
SC945 A733
ECB ECB
B>200 B>200

Blinker 2-20V, ZD, Treiber

© 2016-06-26 P.E.Burkhardt led1-v10

LED-Blinker, 2-20V (npn/pnp), ZD1, LED-Treiber

C1=1μ, R7=0 Td ≈ 0,5ms				C1=0,1μ, R7=0 Td ≈ 0,05ms				C1=10n, R7=620 Td ≈ 0,4ms			
+Ub	fo	lb		+Ub	fo	lb		+Ub	fo	lb	
<1,8V	LED ns	-		<1,8V	LED ns	-		<1,8V	LED ns	-	
2,0V	0,6Hz	0,02mA		2,0V	6,0Hz	0,02mA		2,0V	61Hz	0,05mA	
3,0V	0,7Hz	0,03mA		3,0V	6,3Hz	0,02mA		3,0V	64Hz	0,12mA	
5,0V	1,4Hz	0,04mA		5,0V	6,9Hz	0,03mA		5,0V	69Hz	0,22mA	
7,0V	1,8Hz	0,05mA		7,0V	8,7Hz	0,04mA		7,0V	87Hz	0,33mA	
10V	2,4Hz	0,08mA		10V	11,6Hz	0,05mA		10V	115Hz	0,62mA	
14V	3,1Hz	0,13mA		14V	15,2Hz	0,08mA		14V	150Hz	1,07mA	
18V	3,8Hz	0,19mA		18V	18,8Hz	0,11mA		18V	185Hz	1,62mA	

LED ns = LED nicht sichtbar
(Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npr: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
Uz=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q1,Q3 Q2
SC945 A733
ECB ECB
B>200 B>200

© 2016-06-26 P.E.Burkhardt led1-v10a

LED-Blinker, 2-20V (pnp/npr), ZD1, LED-Treiber

C1=1μ Td=4,8ms bei 6V				C1=0,1μ Td=0,25ms bei 6V			
+Ub	fo			+Ub	fo		
<1,7V	LED ns			<1,7V	LED ns		
2,0V	0,6Hz			2,0V	6,2Hz		
3,0V	0,6Hz			3,0V	6,4Hz		
5,0V	0,7Hz			5,0V	7,0Hz		
10V	1,2Hz			10V	11,7Hz		
15V	1,6Hz			15V	16,3Hz		
20V	2,0Hz			20V	20,6Hz		

LED ns = LED nicht sichtbar
(Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npr: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
Uz=5,5V/5,6V (1/5mA)

Q2 Q1,Q3
SC945 A733
ECB ECB
B>200 B>200

Blinker 2-20V, ZD/Diode optional, Treiber

© 2016-06-26 P.E.Burkhardt led1-v11

LED-Blinker, 2-20V (npn/npn), opt. ZD1/D1, LED-Treiber

mit ZD1		mit D1	
fo (C1=100n)	fo (C1=1μ)	fo (C1=100n)	fo (C1=1μ)
Td=0,07ms bei 4V	Td=0,4ms bei 4V	Td=0,25ms bei 4V	Td=1,8ms bei 4V
+Ub			
>1,8V	12,9Hz	22,2Hz	2,2Hz
2V	13,1Hz	24,8Hz	2,5Hz
4V	13,8Hz	48,5Hz	4,9Hz
6V	15,8Hz	70,3Hz	7,2Hz
10V	23,7Hz	113Hz	11,6Hz
15V	33,0Hz	164Hz	16,8Hz
20V	42,2Hz	210Hz	21,9Hz

ohne ZD1, ohne D1
fo (C1=100n) Td=0,25ms bei 4V
fo (C1=1μ) Td=1,4ms bei 4V

ZD1 oder D1 nur nötig bei Ub>5V

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
Uz=5,5V/5,6V (1/5mA)
D1: 1N4148

Q1, Q3: SC945
Q2: A733
ECB
B>200

© 2018-06-26 P.E.Burkhardt led1-v11a

LED-Blinker, 2-20V (pnp/npn), opt. ZD1/D1, LED-Treiber

mit ZD1		mit D1	
fo (C1=100n)	fo (C1=1μ)	fo (C1=100n)	fo (C1=1μ)
Td=0,07ms bei 4V	Td=0,4ms bei 4V	Td=0,25ms bei 4V	Td=1,8ms bei 4V
+Ub			
>1,8V	11,7Hz	24,0Hz	2,4Hz
2V	12,1Hz	26,5Hz	2,7Hz
4V	13,7Hz	51,4Hz	5,2Hz
6V	16,0Hz	75,0Hz	7,6Hz
8V	20,1Hz	98,4Hz	10,0Hz
10V	24,1Hz	121Hz	12,3Hz
12V	27,9Hz	143Hz	14,6Hz
15V	33,6Hz	175Hz	17,9Hz
20V	42,8Hz	226Hz	22,8Hz

ohne ZD1, ohne D1
fo (C1=100n) Td=0,25ms bei 4V
fo (C1=1μ) Td=1,4ms bei 4V

ZD1 oder D1 nur nötig bei Ub>5V

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA
ZD1:
Uz=5,5V/5,6V (1/5mA)
D1: 1N4148

Q2: SC945
Q1, Q3: A733
ECB
B>200

Blinker 1-5V, Treiber mit U-Erhöhung

© 2016-06-27 P.E.Burkhardt led1-v12

LED-Blinker, 1-5V (npn/npn), LED-Treiber mit U-Erhöhung

C1=1μ, Td=4,8ms		C1=0,1μ, Td=0,55ms	
+Ub	fo	+Ub	fo
<0,9V	LED ns	<0,95V	LED ns
1,0V	1,2Hz	1,0V	11,2Hz
1,2V	1,2Hz	1,2V	11,8Hz
1,5V	1,3Hz	1,5V	12,4Hz
2,0V	1,3Hz	2,0V	12,9Hz
3,0V	1,4Hz	3,0V	13,4Hz
5,0V	1,4Hz	5,0V	13,8Hz
(7,0V)	1,4Hz	(7,0V)	13,9Hz

LED ns = LED nicht sichtbar (Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q1, Q3: SC945
Q2: A733
ECB
B>200

© 2018-06-27 P.E.Burkhardt led1-v12a

LED-Blinker, 1-5V (pnp/npn), LED-Treiber mit U-Erhöhung

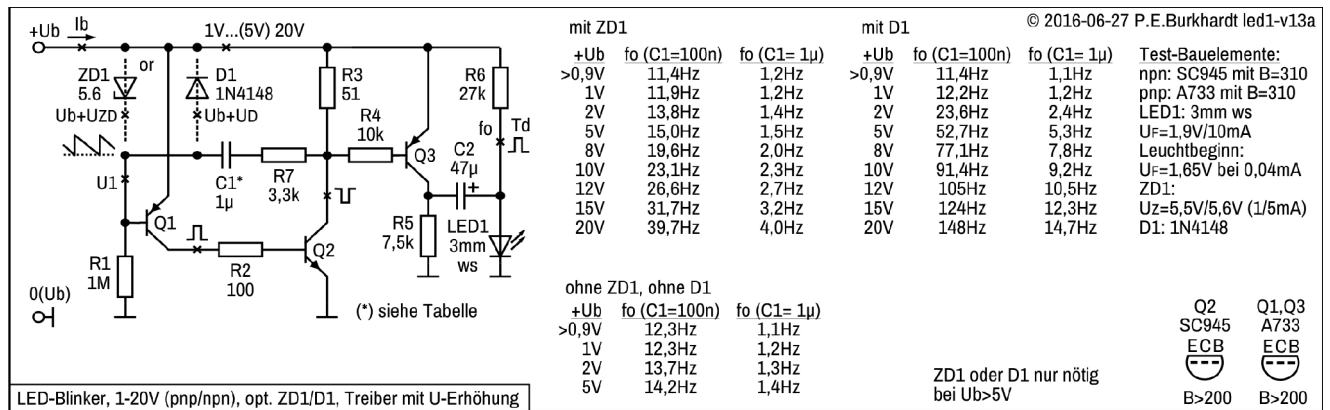
C1=1μ, Td=5ms		C1=0,1μ, Td=0,5ms	
+Ub	fo	+Ub	fo
<0,85V	LED ns	<0,9V	LED ns
1,0V	1,2Hz	1,0V	11,4Hz
1,2V	1,2Hz	1,2V	12,0Hz
1,5V	1,3Hz	1,5V	12,5Hz
2,0V	1,3Hz	2,0V	13,0Hz
3,0V	1,4Hz	3,0V	13,4Hz
5,0V	1,4Hz	5,0V	13,7Hz
(7,0V)	1,4Hz	(7,0V)	13,8Hz

LED ns = LED nicht sichtbar (Impulse noch bis Ub=0,7V vorhanden)

Test-Bauelemente:
npn: SC945 mit B=310
pnp: A733 mit B=310
LED1: 3mm ws
Uf=1,9V/10mA
Leuchtbeginn:
Uf=1,65V bei 0,04mA

Q2: SC945
Q1, Q3: A733
ECB
B>200

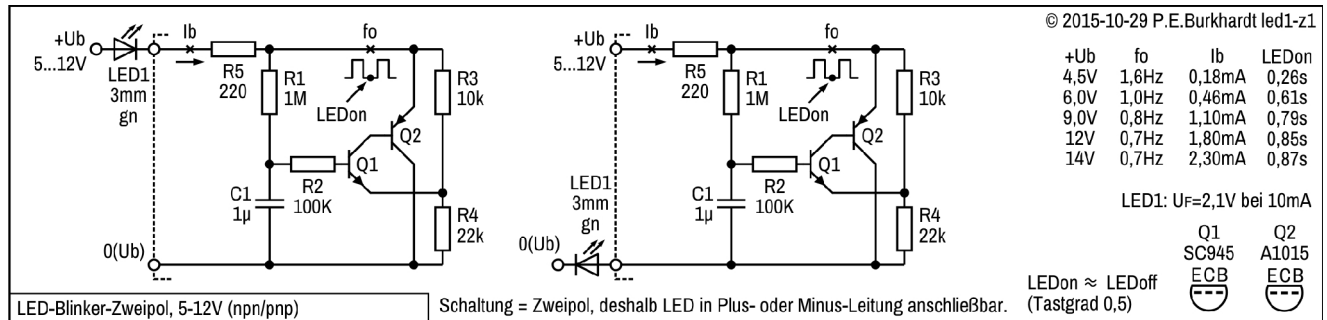
LED-Blinker, 1-20V (npn/pnp), opt. ZD1/D1, Treiber mit U-Erhöhung



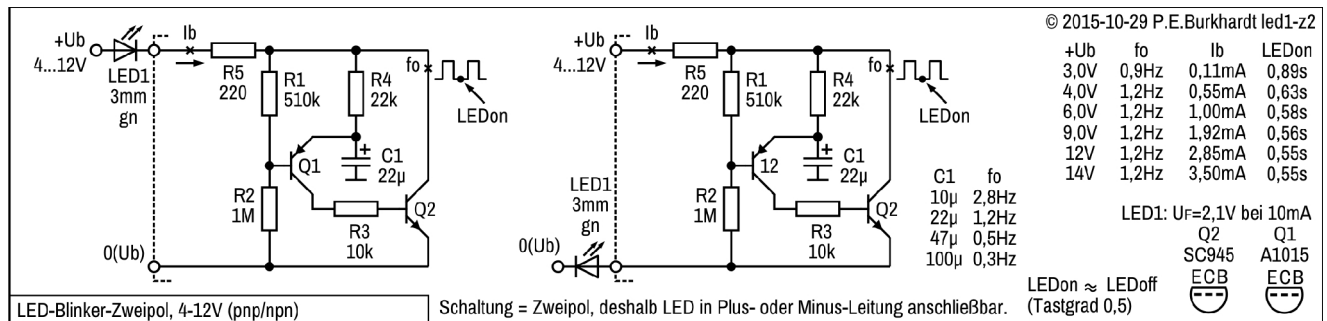
Blinker als Zweipol

Wird die LED in der Stromversorgungsleitung des AMVs angeordnet, erhält man einen Zweipol, bei dem es keine Rolle spielt ob die LED in der Plus-Leitung oder in der Minus-Leitung liegt. Die folgenden Schaltungen unterscheiden sich von den bisherigen Anwendungsbeispielen in der Weise, dass die LED-Leuchtzeit genauso lang ist wie die LED-Pausenzeit. Das heißt, die erzeugte Schwingung hat einen Tastgrad von 0,5. Die längere LED-Leuchtzeit bewirkt eine höhere LED-Belastung. Der LED-Strom sollte nicht höher sein, als der zugelassene Strom für Dauerlicht.

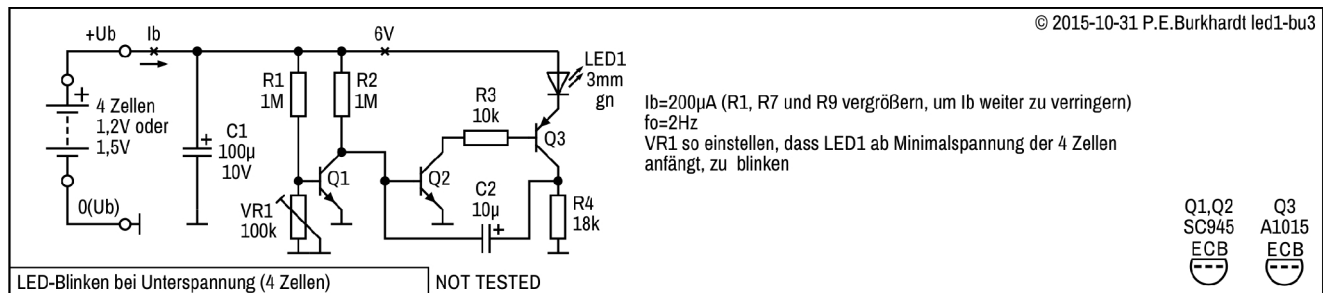
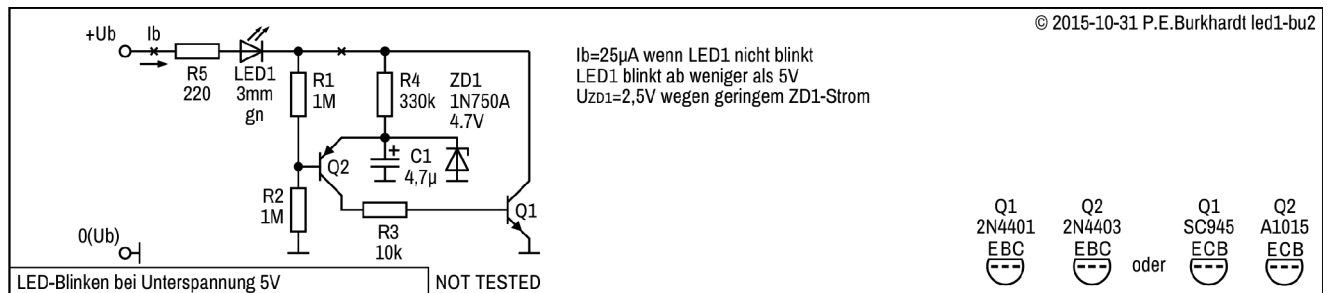
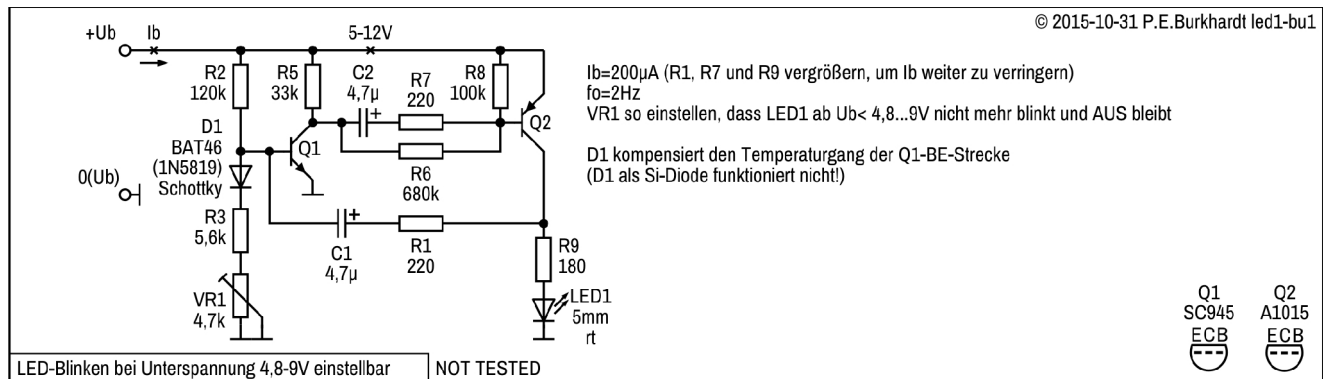
Blinker-Zweipol 5-12V (npn/npn)



Blinker-Zweipol 4-12V (pnp/npn)

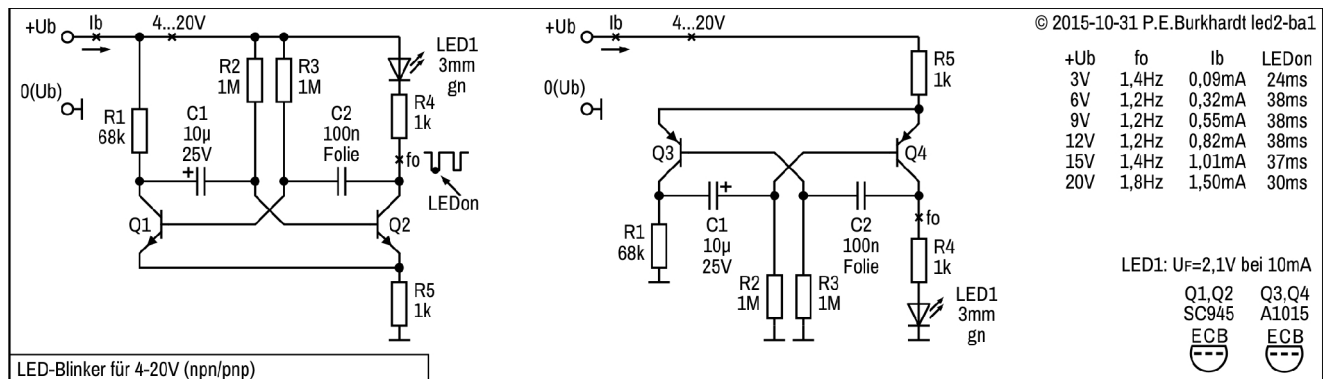


Blinker als Spannungswächter



AMV-Blinker (npn oder pnp)

AMV-Blinker mit 1x LED



AMV-Wechsel-Blinker

