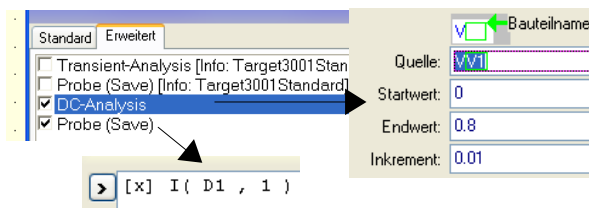
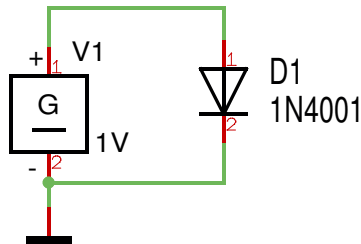


Inhaltsverzeichnis

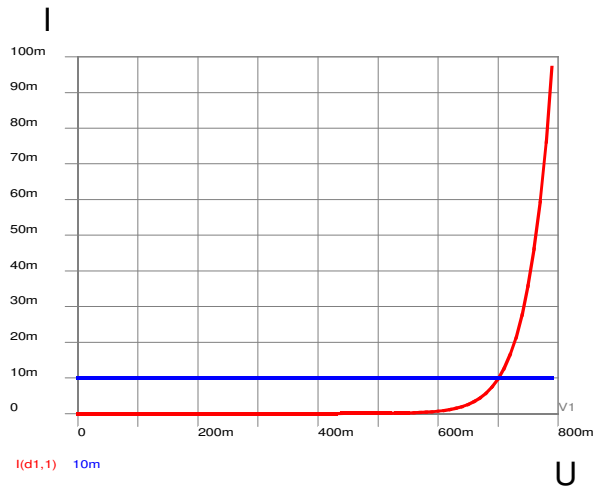
1	Kennlinien Diode, Z-Diode, LED.....	2
1.1	Kennlinie Diode.....	2
1.2	Kennlinie rote LED.....	2
1.3	Kennlinie Z-Diode.....	2
2	Diodenschaltungen an Wechselspannung.....	3
2.1	Diode an Wechselspannung.....	3
2.2	LED an Wechselspannung.....	4
2.3	Z-Diode an Wechselspannung.....	5
2.4	Schutzschaltung mit 2 Z-Dioden (Wechselspannungseingang schützen).....	6
2.5	Schutzschaltung mit 2 Dioden (TTL-Eingang schützen).....	7
2.6	Einweggleichrichter.....	8
2.7	Einweggleichrichter mit Z-Dioden-Stabilisierung.....	10
2.8	Einweggleichrichter mit Spannungsregler.....	11
2.9	Zweiweggleichrichter (Brückengleichrichter) ungeregelt.....	12
2.10	Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805.....	13
2.11	Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805.....	14
2.12	Fahrradstandlicht (einfache Prinzipschaltung).....	15
3	Transistorschaltung	16
3.1	Bestimmung von B.....	16
3.2	Kennlinienfeld.....	17
3.3	Transistor als Schalter.....	17
4	Kondensator an Gleichspannung.....	18
4.1	Kondensator-Auf- und Entladung.....	18
4.2	Verkürzung der Aufladezeit durch Verkleinern von R.....	18
4.3	Überprüfung der Aufladefunktion.....	18
4.4	Verkürzung der Periodendauer.....	19
4.5	Stromverlauf.....	19
5	Rechteckgenerator mit Schmitt-Trigger und RC-Schaltung.....	20
5.1	Funktion des Schmitt-Triggers mit Dreieckspannung untersuchen.....	20
5.2	Schmitt-Trigger mit Sinusspannung untersuchen.....	20
5.3	Funktion des Rechteckgenerators untersuchen.....	21
5.4	Rechteckgenerator mit variablem Tastgrad.....	22
6	RLC-Schaltungen an Wechselspannung.....	23
6.1	Widerstand an Wechselspannung.....	23
6.2	Kondensator an Wechselspannung.....	23
6.3	RC-Reihenschaltung.....	24
6.4	Filter.....	25

1 Kennlinien Diode, Z-Diode, LED

1.1 Kennlinie Diode

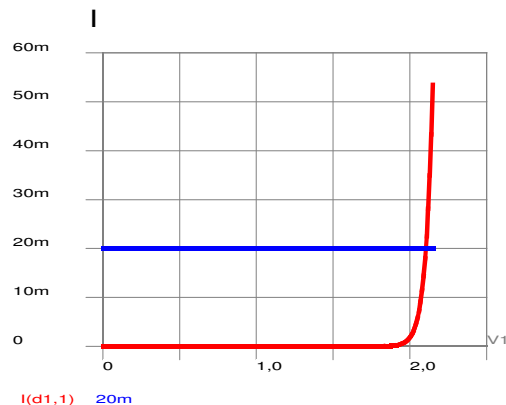
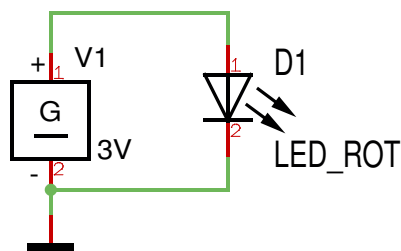


- Kennlinien erhält man mit der DC-Analyse, Start und Endwert beziehen sich auf die Spannung.
- Als Messgröße den Strom angeben!



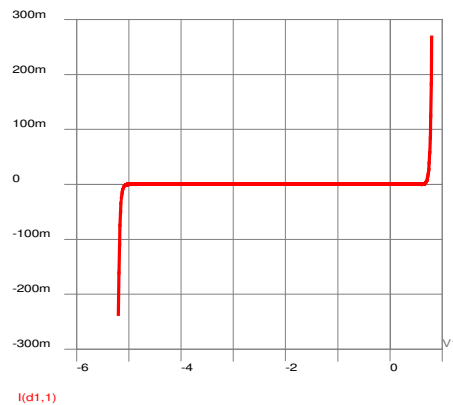
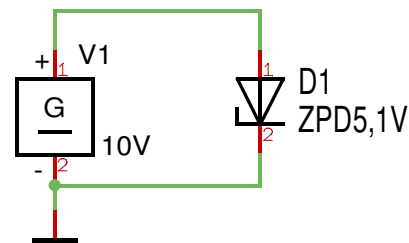
- Bei der oft als typisch angegebenen Durchlassspannung von 0,7V fließt bereits ein Strom von 10mA.

1.2 Kennlinie rote LED



- $U_F = 2,1V$ bei $I_F = 20mA$

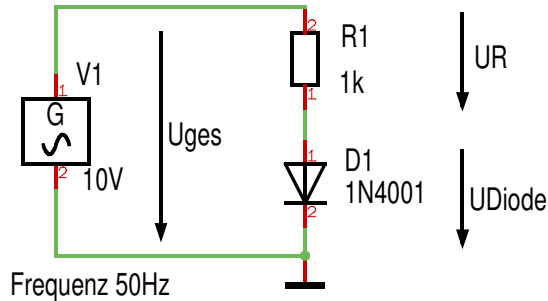
1.3 Kennlinie Z-Diode



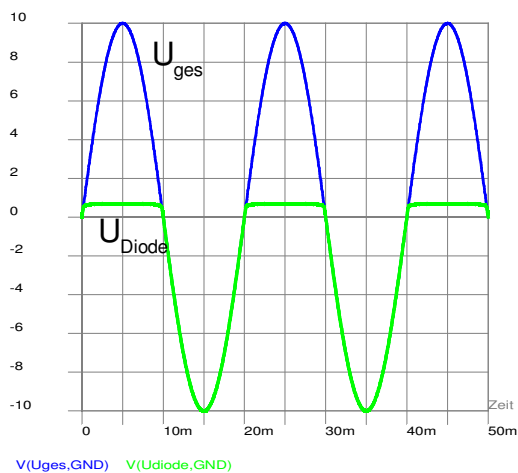
- Durchlassrichtung ($U > 0$): wie Diode
- Sperrichtung ($U < 0$): Z-Diode leitet ab der Z-Spannung, hier 5,1V

2 Diodenschaltungen an Wechselspannung

2.1 Diode an Wechselspannung

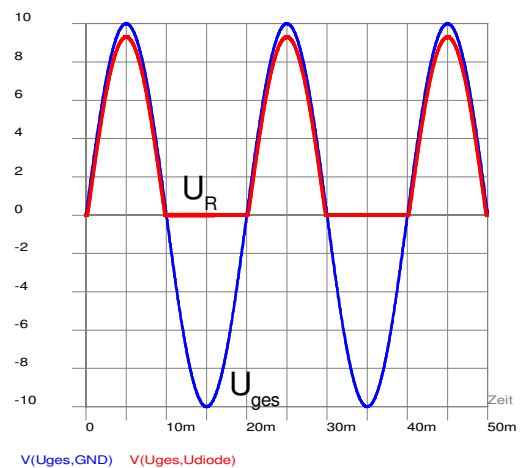


U_{ges} und U_{Diode}



- Die Diode begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 0,7V
- Bei der negativen Halbwelle sperrt die Diode und an ihr fällt die gesamte Spannung ab.

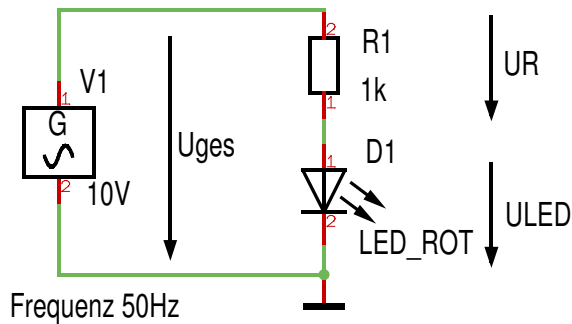
U_{ges} und U_R



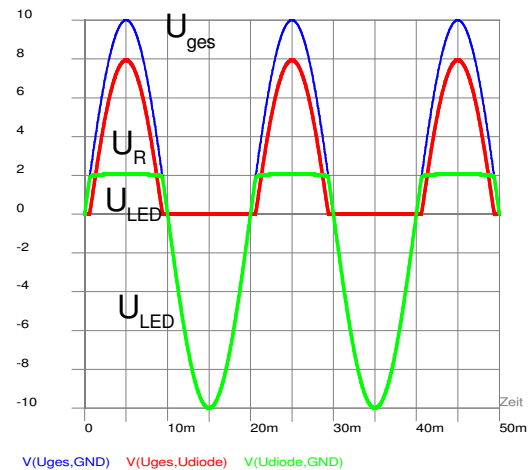
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ($U_{ges} - U_{diode}$)
- Da bei der negativen Halbwelle kein Strom fließt, kann an dem Widerstand auch keine Spannung abfallen ($U_R = R \cdot I = 0$ wenn $I = 0$)

2.2 LED an Wechselspannung

2.2.1 Ohne Schutzdiode

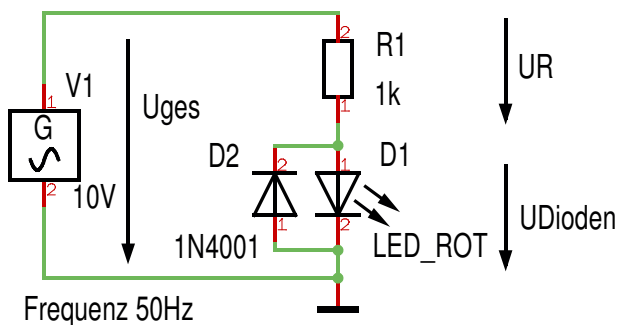


U_{ges} , U_R und U_{LED}

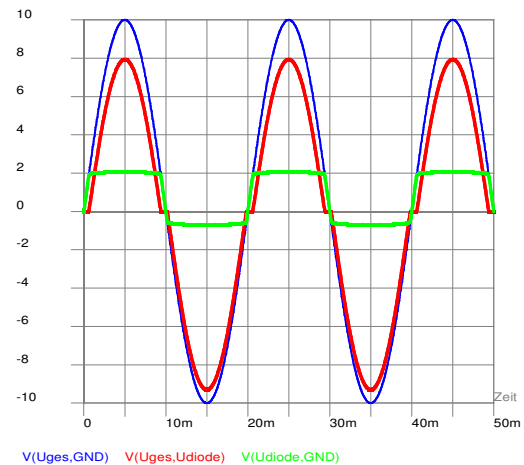


- Die LED begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 2V
- Bei der negativen Halbwelle sperrt die LED und an ihr fällt die gesamte Spannung ab. Dies kann auf Dauer zu einer Zerstörung der LED führen.

2.2.2 Mit Schutzdiode

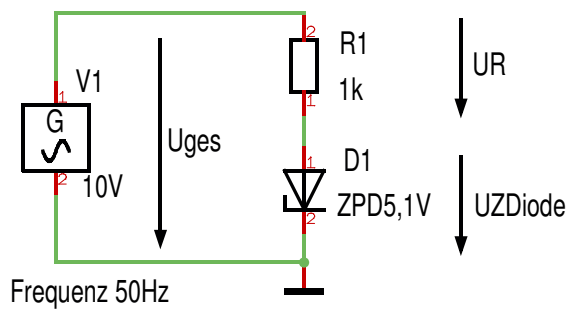


U_{ges} , U_R und U_{LED}

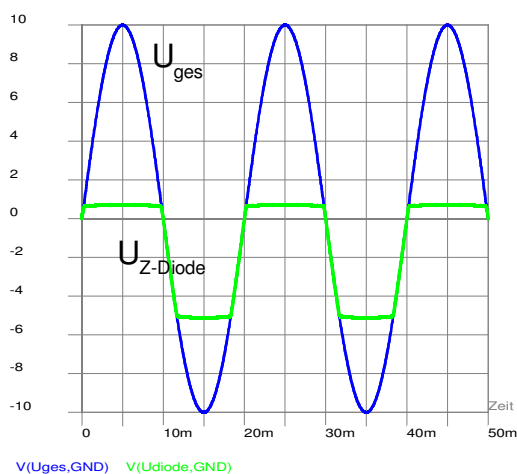


- Bei der negativen Halbwelle leitet nun die Diode und begrenzt die Spannung auf -0,7V. Dadurch wird die LED vor zu großen negativen Spannungen geschützt.

2.3 Z-Diode an Wechselspannung

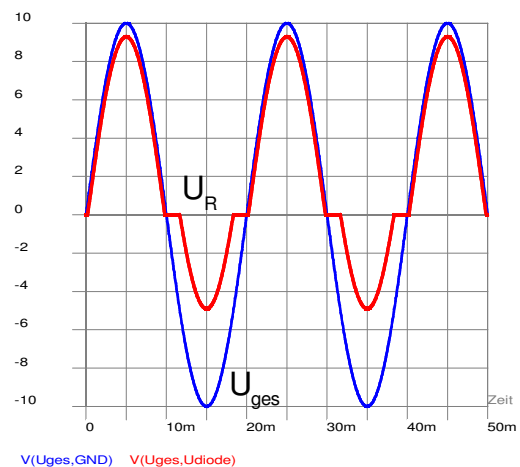


U_{ges} und $U_{Z-Diode}$

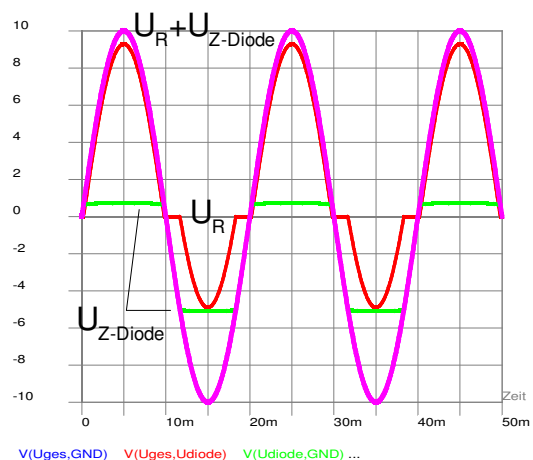


- Die Z-Diode begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 0,7V (Verhalten wie normale Diode)
- Bei der negativen Halbwelle leitet die Z-Diode ebenfalls und begrenzt die Spannung auf eine für sie typische Spannung, hier 5,1V.

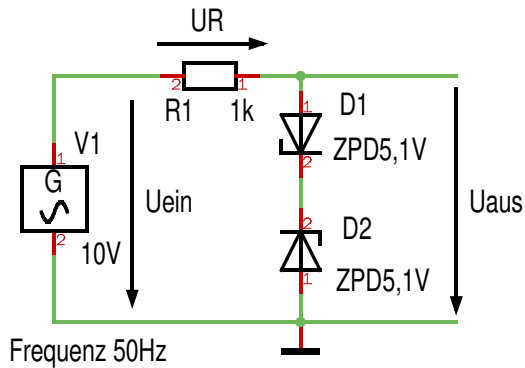
U_{ges} und U_R



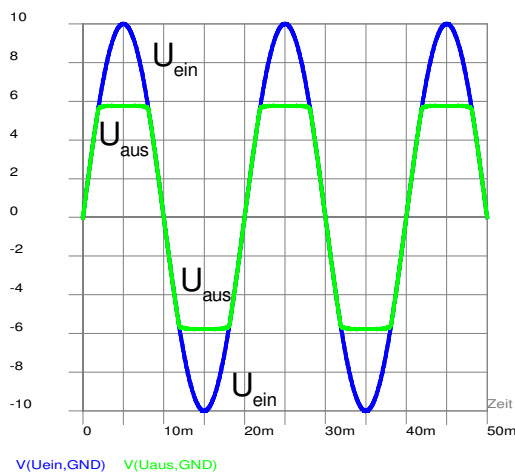
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ($U_{ges} - U_{Z-Diode}$)
- Beweis:
In Target werden die Graphen U_R und $U_{Z-Diode}$ addiert (Darstellung unten)
Der resultierende Graph entspricht U_{ges}



2.4 Schutzschaltung mit 2 Z-Dioden (Wechselspannungseingang schützen)

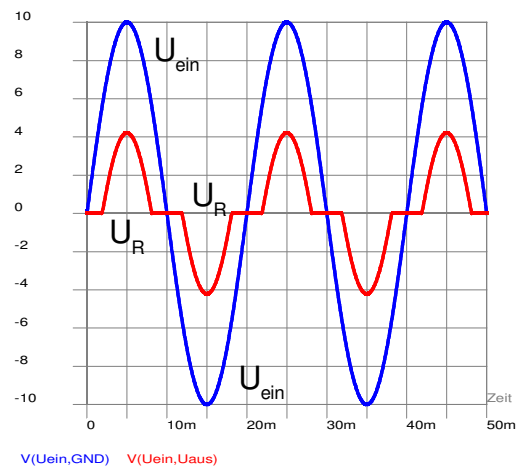


U_{ein} und U_{aus}



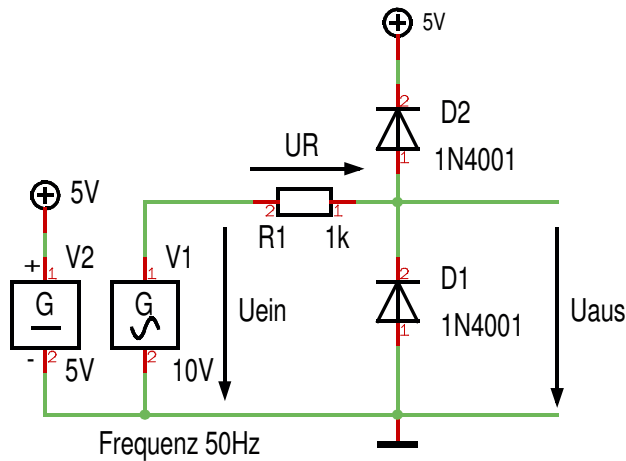
- Bei beiden Halbwellen ist immer eine Z-Diode in Durchlassrichtung und eine Z-Diode in Sperrrichtung geschaltet.
- Die Schaltung begrenzt daher die Eingangsspannung auf einen (für eine nachfolgende Schaltung) zulässigen Wert von hier ca. $5,1\text{V} + 0,7\text{V} = 5,8\text{V}$

U_{ein} und U_R

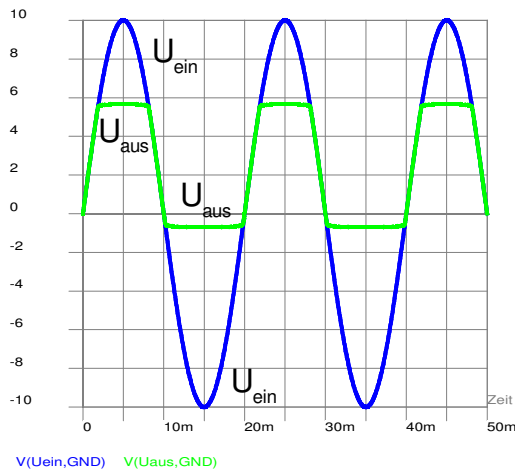


- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ($U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}$)

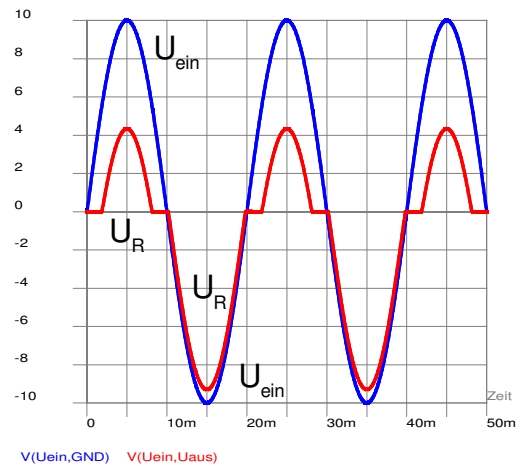
2.5 Schutzschaltung mit 2 Dioden (TTL-Eingang schützen)



U_{ein} und U_{aus}



U_{ein} und U_R

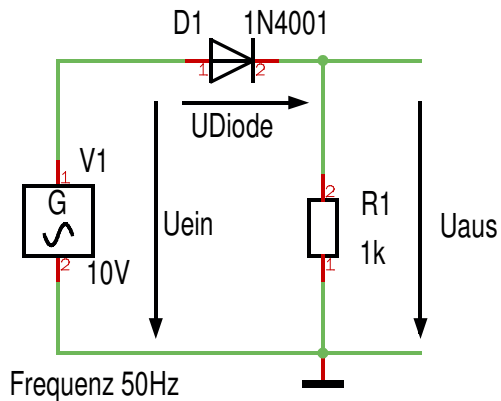


- Die Schaltung soll z.B. einen TTL-Eingang vor zu großen Spannungen ($>5,7\text{V}$) und vor negativen Spannungen ($<-0,7\text{V}$) schützen.
- Die obere Diode D2 begrenzt die Spannung auf $5,7\text{V}$
- Die untere Diode D1 begrenzt die negative Spannung auf $-0,7\text{V}$

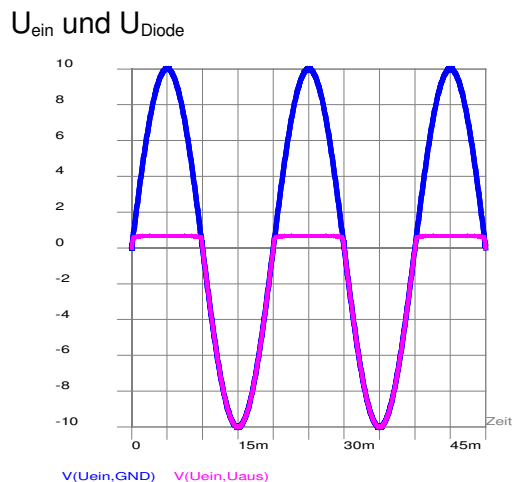
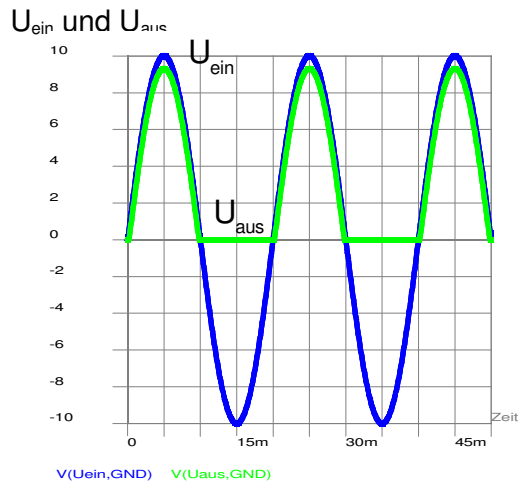
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ($U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}$)

2.6 Einweggleichrichter

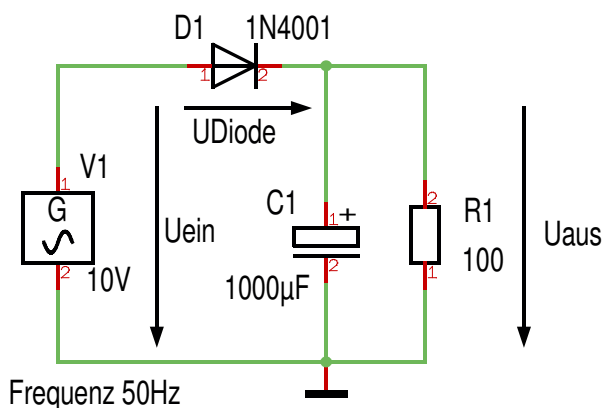
2.6.1 Ohne Glättung



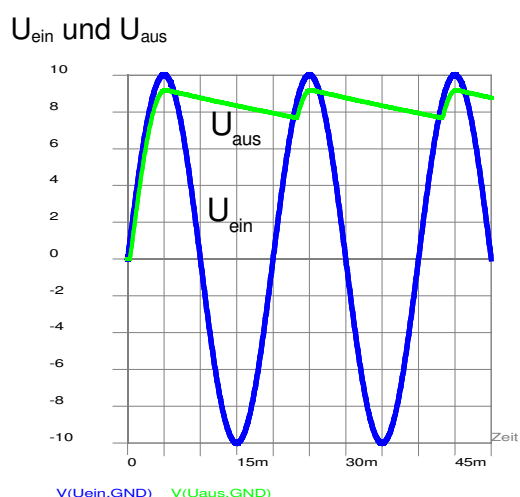
- Uaus ist nur positiv oder null
- → Pulsierende Gleichspannung
- Zwischen Uein und Uaus ist (bei pos. Uein) eine Differenz von 0,7V, diese Spannung fällt an der Diode ab.
- Die negative Spannung fällt an der Diode ab. Daher muss in einem Gleichrichter die Diode für große negative Spannungen ausgelegt sein.
- Da die Diode die negative Stromrichtung sperrt, kann an dem Widerstand auch keine Spannung abfallen.
 $U_R = R \cdot I = 0$ weil $I = 0$ ist.



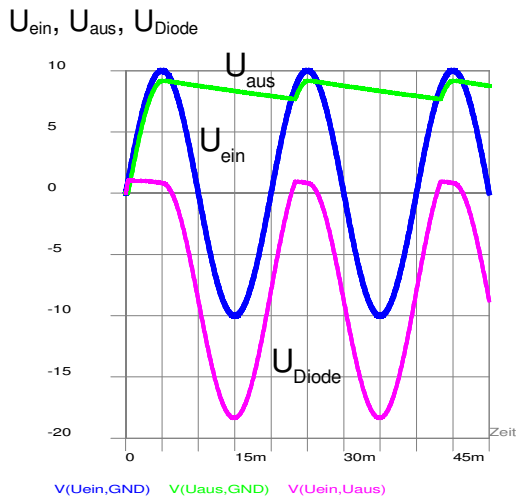
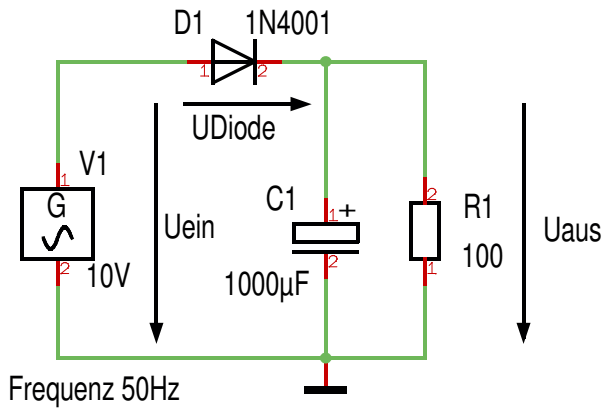
2.6.2 Mit Glättungskondensator



- Der Glättungskondensator „überbrückt“ die „Spannungstäler“, während Uein negativ ist.

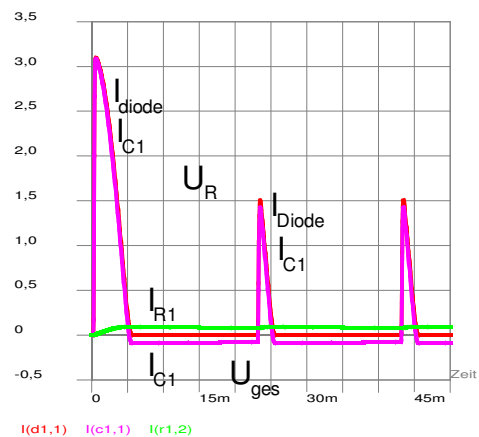


2.6.3 Untersuchung der Funktion des Glättungskondensators

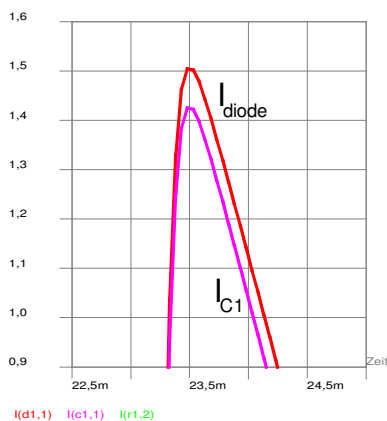


- Zu Beginn wird der Kondensator mit einem großen Strom schnell aufgeladen
 $I_{diode} = I_{C1} + I_{R1}$
- Sobald U_{ein} unter wieder absinkt, übernimmt der Kondensator die Funktion der Stromquelle: $I_{R1} = -I_{C1}$
 I_{C1} wird negativ weil der Strom vom Kondensator weg fließt.
- Weil der Kondensator sich entlädt, sinkt $U_{C1} = U_{aus}$, dadurch sinkt auch I_{C1}
- Immer wenn U_{ein} > U_{aus} + 0,7V ist, wird der Kondensator nachgeladen.

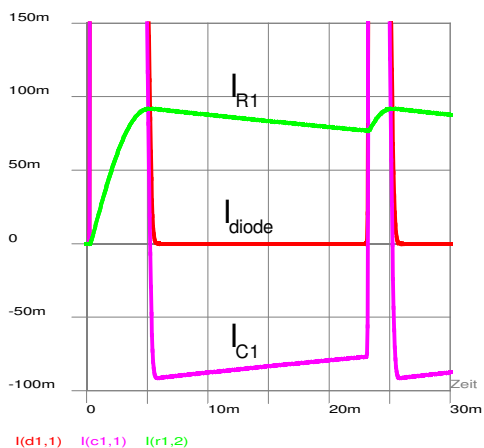
Ströme



Ströme (Ausschnittvergrößerung)



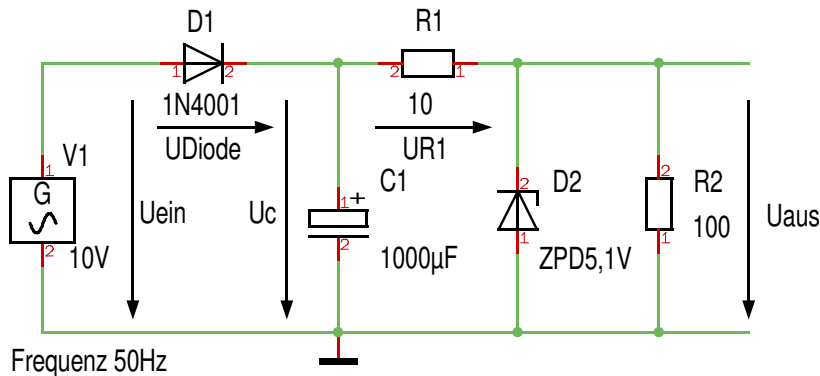
Ströme (Ausschnittvergrößerung)



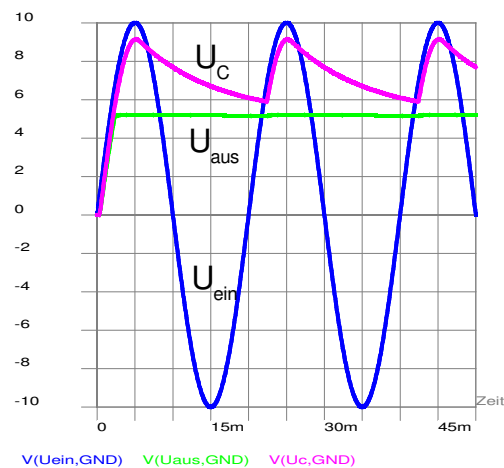
Weitere Untersuchungen:

- R verkleinern → Kondensator entlädt sich schneller, U_{aus} wird „welliger“
- C vergrößern → Kondensator entlädt sich langsamer, U_{aus} wird „glatter“

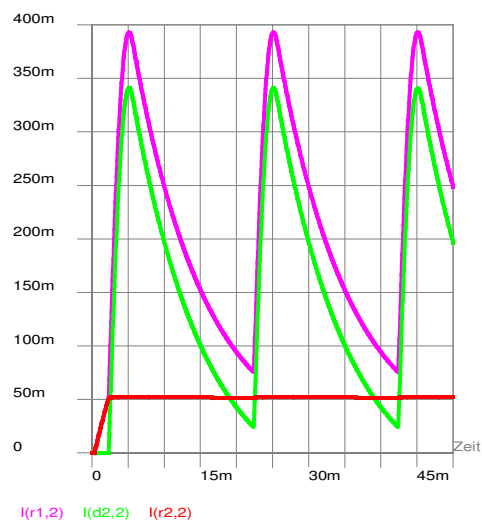
2.7 Einweggleichrichter mit Z-Dioden-Stabilisierung



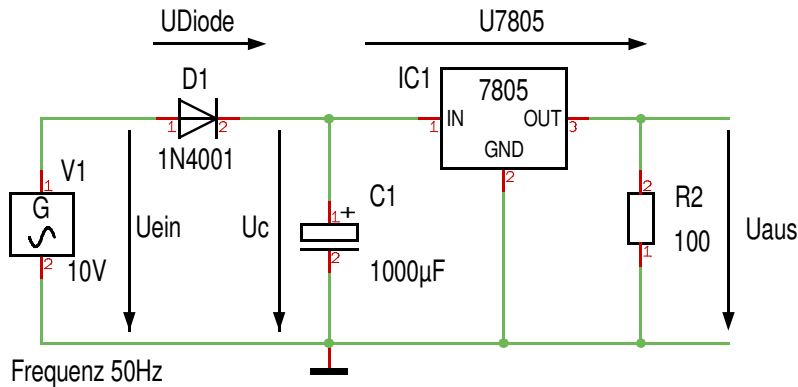
- Die Z-Diode mit ihrem Vorwiderstand R1 U_{ein} U_C und U_{aus} stabilisiert die Ausgangsspannung auf ca. 5V
- Untersuchungen:
 - R2 ändern
 - R1 ändern
 - C ändern
- Daraus gewinnt man die Erkenntnis: R1 muss deutlich kleiner wie R2 sein, damit die Stabilisierung funktioniert



- Diese Stabilisierung ist energetisch ungünstig.
- Der „nutzbare“ Strom I_{R2} ist klein im Verhältnis zum Z-Dioden-Strom, damit die Stabilisierung funktioniert
- Der Generator am Eingang muss den zur Stabilisierung notwendigen Strom liefern



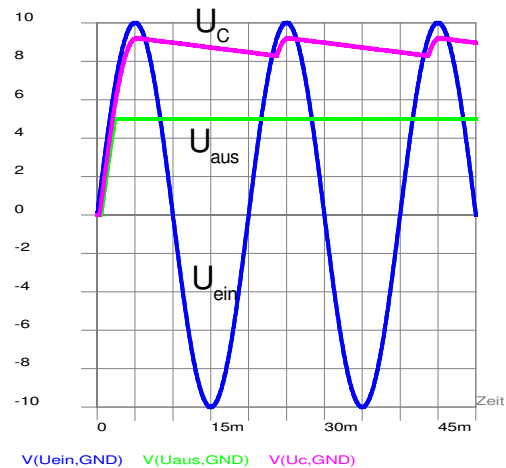
2.8 Einweggleichrichter mit Spannungsregler



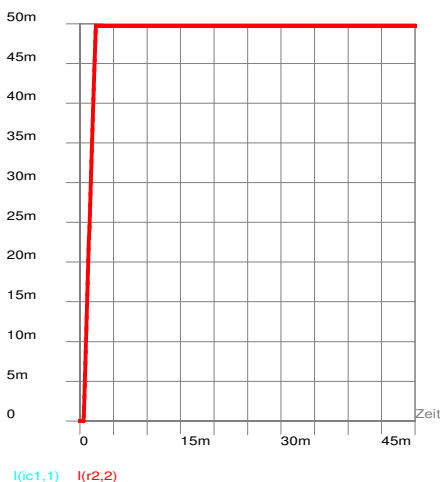
In der Praxis werden am Eingang und am Ausgang des Spannungsreglers je ein 100nF-Kondensator gegen GND benötigt um die Schwingungsneigung der Schaltung zu unterdrücken.

- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 5V
- Da für die Stabilisierung fast kein „zusätzlicher“ Strom benötigt wird, entlädt sich der Kondensator auch viel langsamer als bei der Z-Dioden-Stabilisierung
- Erniedrigt man den Lastwiderstand R2 unter 25Ω, so „bricht die Ausgangsspannung ein“. (unten rechts)
- Der Spannungsregler benötigt zur Funktion eine Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Ausgang von ca. 1,5V.

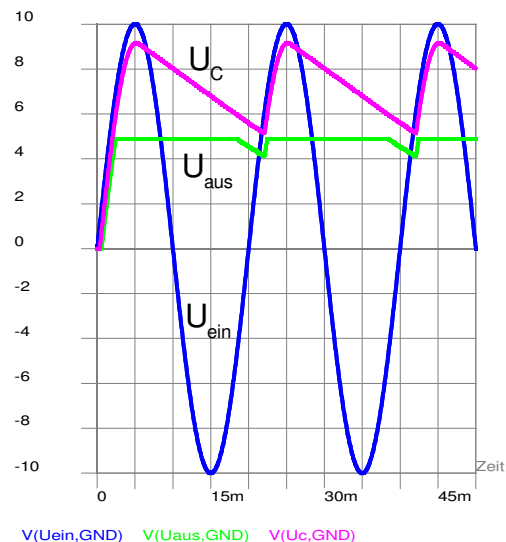
U_{ein} U_C und U_{aus}



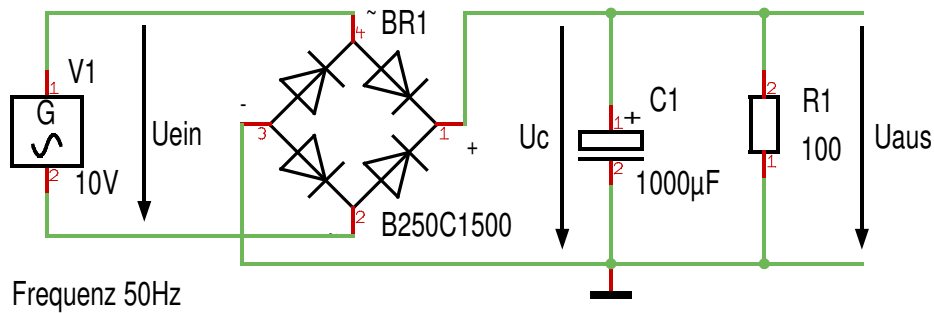
Strom I_{C1} = I_{R2}



U_{ein} U_C und U_{aus} bei R2 = 20Ω

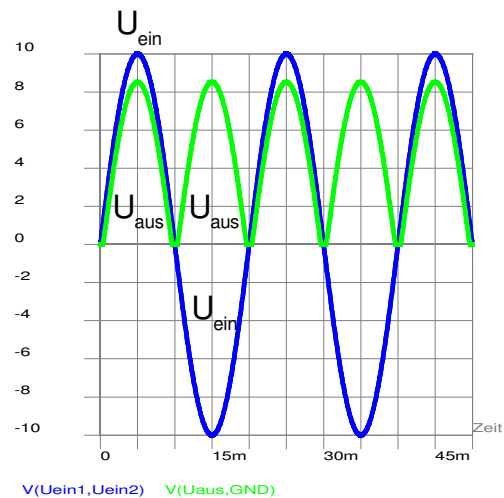


2.9 Zweiweggleichrichter (Brückengleichrichter) ungeregelt

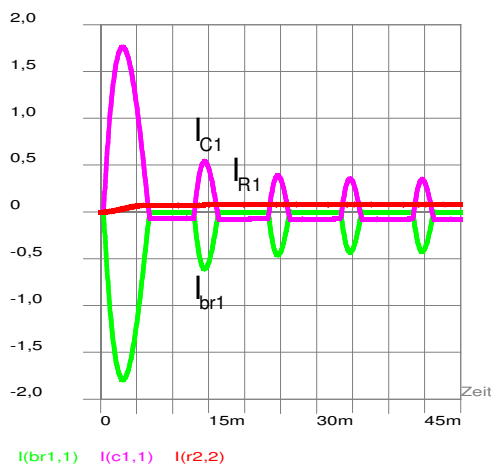


- U_{aus} ist nur positiv
- Es werden beide Halbwellen ausgenutzt
- → Pulsierende Gleichspannung
Gegenüber dem Einweggleichrichter sind doppelt so viele Impulse vorhanden, die Frequenz beträgt 100 Hz.
- Zwischen U_{ein} und U_{aus} ist eine Differenz von $2 \cdot 0,7V = 1,4V$, diese Spannung fällt an jeweils 2 Dioden ab.
- Die Glättung funktioniert deutlich besser als beim Einweggleichrichter, da der Kondensator doppelt so häufig nachgeladen wird.
- Entsprechend sind die Stromspitzen bei der Aufladung auch deutlich kleiner (0,5A gegenüber 1,5A beim Einweggleichrichter)

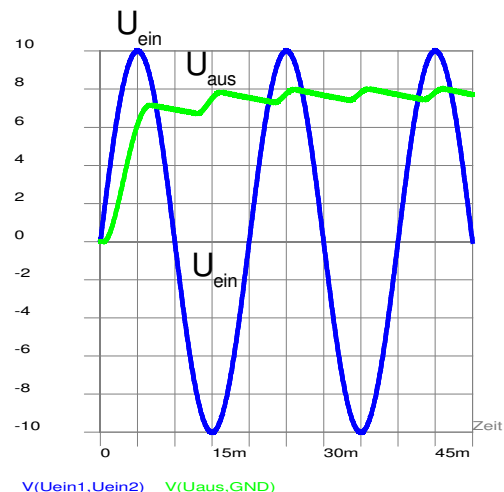
U_{ein} U_C und U_{aus} ohne Kondensator



Ströme I_{br1} , I_{C1} , I_{R2} mit Kondensator

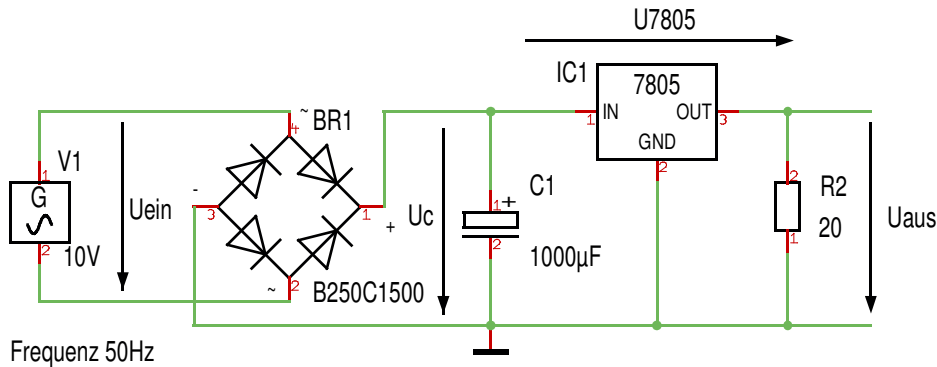


U_{ein} U_C und U_{aus} mit Kondensator



- Diese Schaltung findet man in vielen, einfachen, unregelmässigen Steckernetzteilen
- Die Schwankungen der Ausgangsspannung nennt man Brummspannung
- Wenn die Brummspannung stört, verwendet man ein geregeltes Netzteil (nächste Seite)

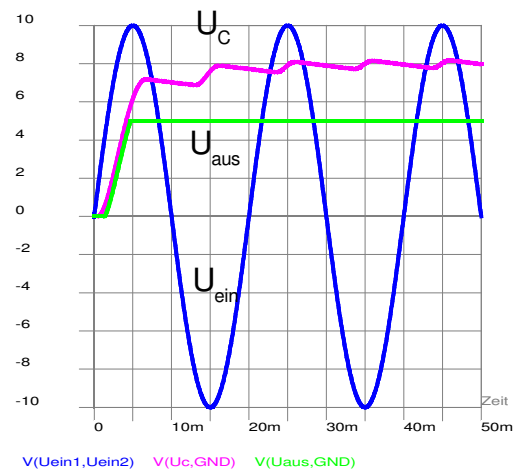
2.10 Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805



In der Praxis werden am Eingang und am Ausgang des Spannungsreglers je ein 100nF-Kondensator gegen GND benötigt um die Schwingungsneigung der Schaltung zu unterdrücken.

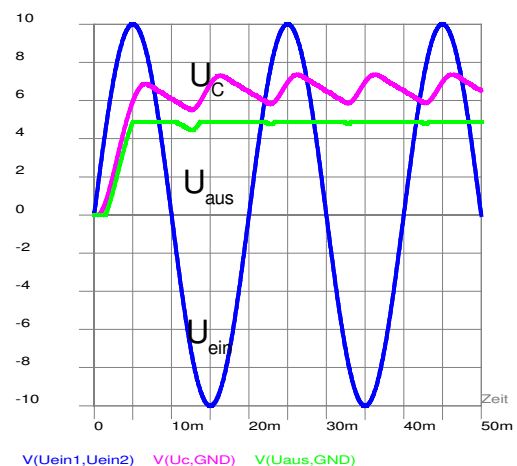
- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 5V

U_{ein} U_C und U_{aus}



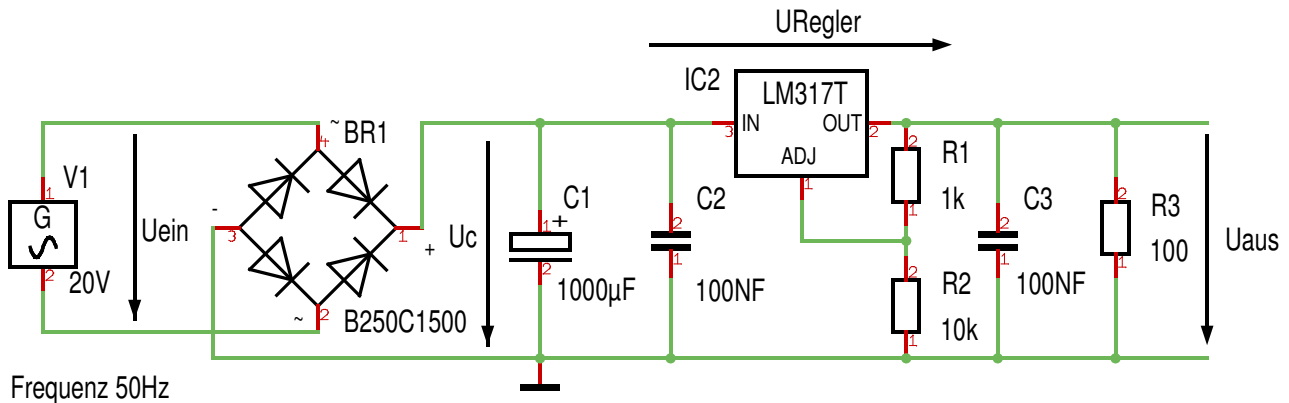
- Erniedrigt man den Lastwiderstand R2 unter 25Ω, so „bricht die Ausgangsspannung ein“. Abhilfe: Eingangsspannung erhöhen oder C vergrößern.
- Der Spannungsregler benötigt zur Funktion eine Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Ausgang von ca. 1,5V.

U_{ein} U_C und U_{aus} bei R2 = 20Ω



- Diese oder Schaltungen mit ähnlichen Spannungsreglern findet man in vielen geregelten Netzteilen.

2.11 Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805



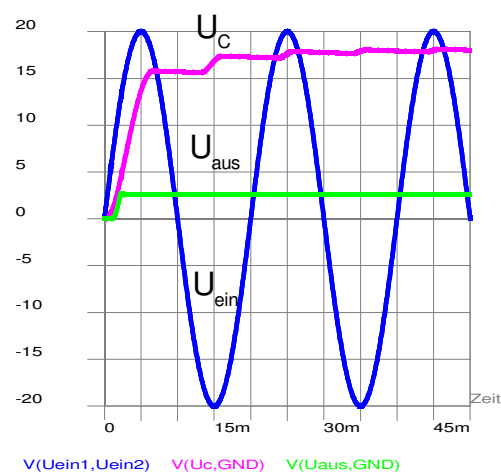
- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung
- Mit den Widerständen R1 und R2 kann man die Größe der Ausgangsspannung einstellen.
- Der Spannungsregler ändert die Ausgangsspannung so, dass an R1 genau 1,2V abfallen:

$$\frac{U_{aus}}{U_{R1}} = \frac{R1 + R2}{R1} \rightarrow$$

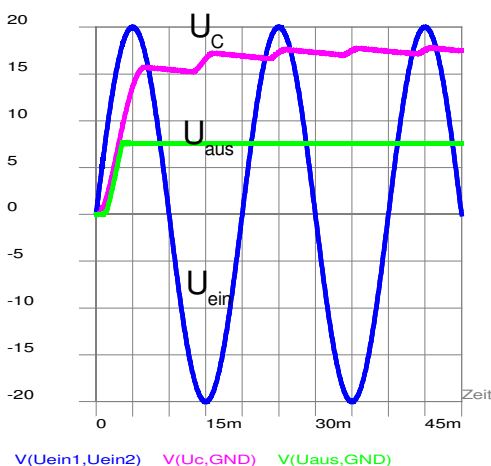
$$U_{aus} = 1,2V \cdot \frac{R1 + R2}{R1}$$

- R1=R2= kΩ: $U_{aus} = 2,4V$
- R1= kΩ, R2=4,7kΩ: $U_{aus} = 6,8V$
- R1= kΩ, R2=10kΩ: $U_{aus} = 13,2V$

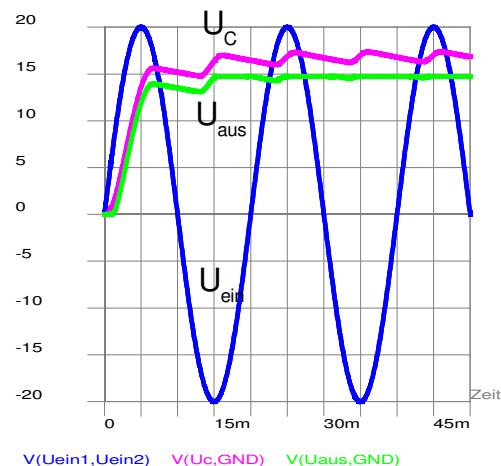
U_{ein} U_C und U_{aus} bei $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 1K\Omega$



U_{ein} U_C und U_{aus} bei $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 4,7K\Omega$

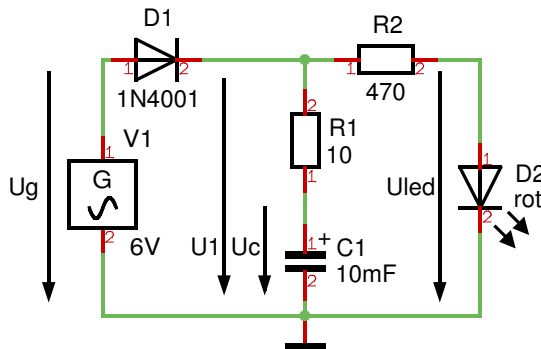


U_{ein} U_C und U_{aus} bei $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 10K\Omega$



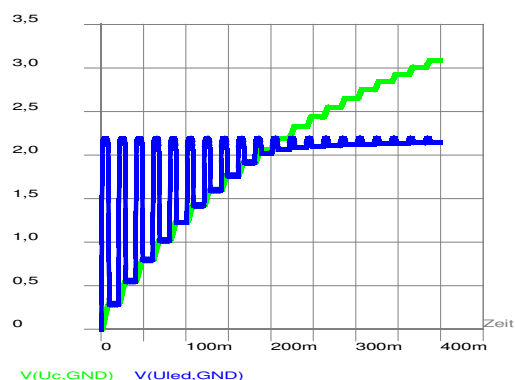
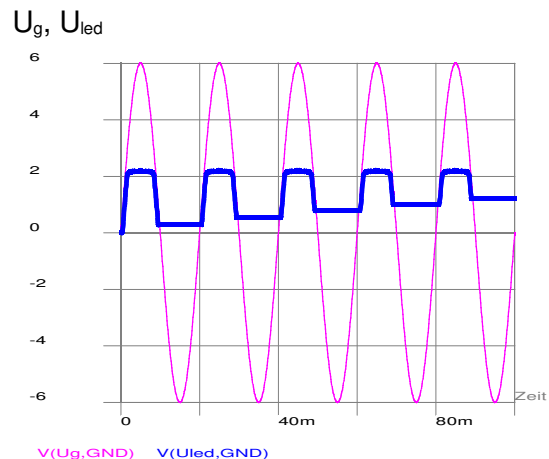
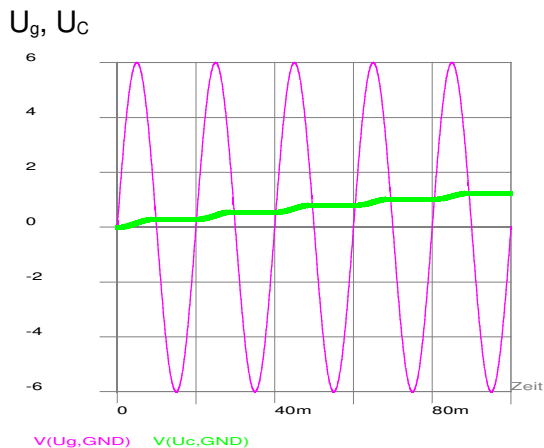
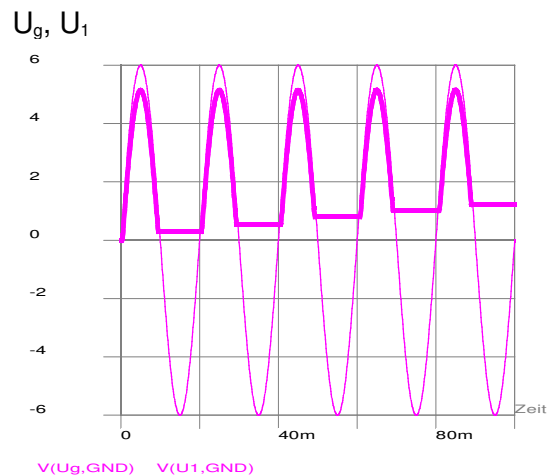
- R2 ersetzt man durch ein Poteziometer → stufenlos regelbare Ausgangsspannung
- Diese oder Schaltungen mit ähnlichen Spannungsreglern findet man in vielen einfachen, regelbaren Netzteilen.

2.12 Fahrradstandlicht (einfache Prinzipschaltung)



In der Praxis wählt man $C1=1F$.
Um die Funktion mithilfe von
Simulationsergebnissen kennenzulernen,
wurde hier $C1 = 10mF$ gewählt.

- Der Dynamo liefert eine Wechselspannung
- D1 ist der Gleichrichter
- mit jeder Halbwelle lädt sich der Kondensator etwas weiter auf.
- Nach einigen Halbwellen leuchtet die LED fortwährend.
- Da in der Praxis ein größerer Kondensator verwendet wird, dauert es einige Sekunden, bevor die LED leuchtet, wenn man den Dynamo einschaltet.



3 Transistorschaltung

3.1 Bestimmung von B

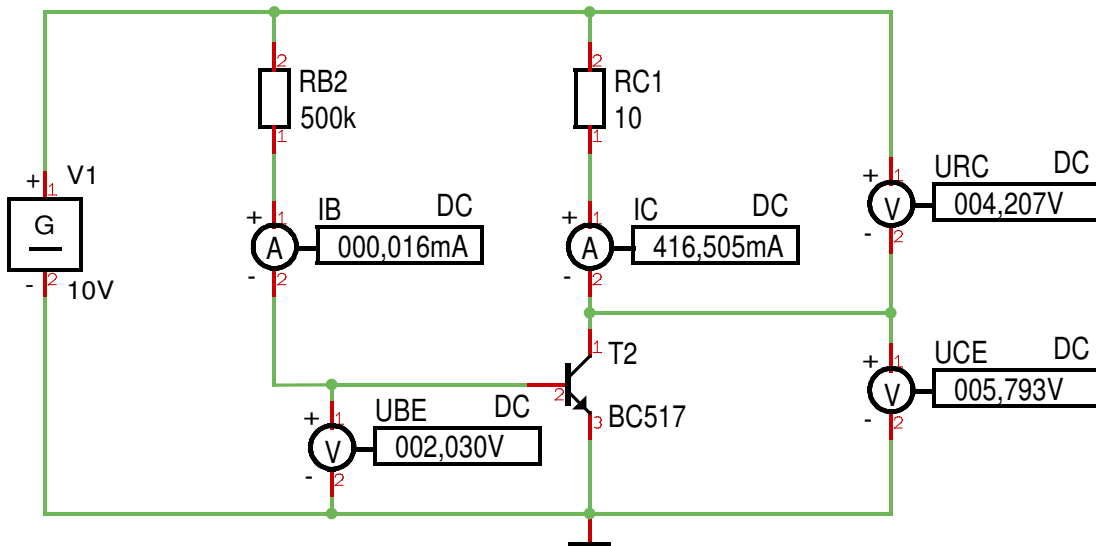
Bei der messtechnischen Bestimmung des Gleichstromverstärkungsfaktors B werden Kollektorstrom und Basisstrom gemessen und anschließend der Quotient gebildet. $B = I_C / I_B$

Es ist jedoch zu beachten, dass der Transistor auf keinen Fall übersteuert sein darf.

D.h. die Größe des Kollektorstromes muss vom Basisstrom abhängen und nicht wie bei der Übersteuerung von der Größe des Kollektorwiderstandes!

Daher wird auch U_{CE} gemessen. Ist U_{CE} deutlich größer als U_{CEsat} , so ist der Transistor nicht übersteuert. Bei dem Darlingtontransistor BC517 beträgt $U_{CEsat} \approx 1V$.

Die Stromverstärkung ist außerdem abhängig von der Größe des Kollektorstromes. Daher werden einige „Messungen“ bei unterschiedlichen Kollektorströmen durchgeführt.

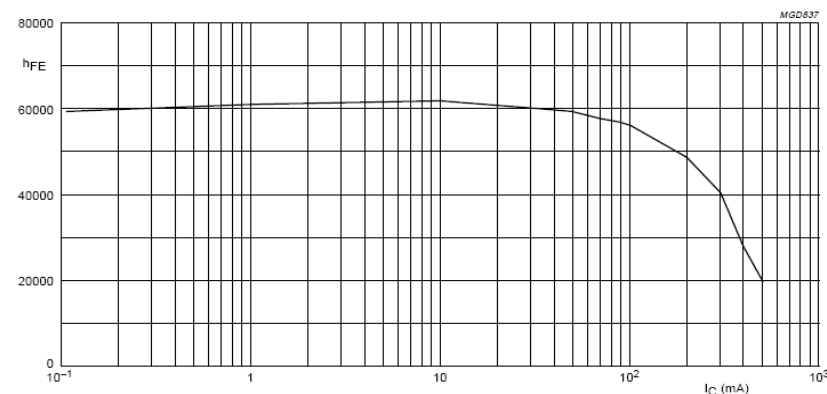


Bei $R_B = 500k\Omega$: $B = I_C / I_B = 416,5mA / 0,016mA = 26.000$

bei $R_B = 1M\Omega$: $B = I_C / I_B = 266mA / 8\mu A = 33.000$

bei $R_B = 2M\Omega$: $B = I_C / I_B = 168mA / 4\mu A = 42.000$

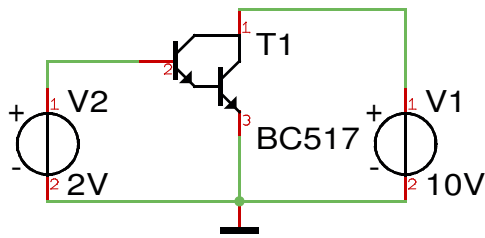
Laut Datenblatt ergibt sich folgender Verlauf von B:



$V_{CE} = 2V$.

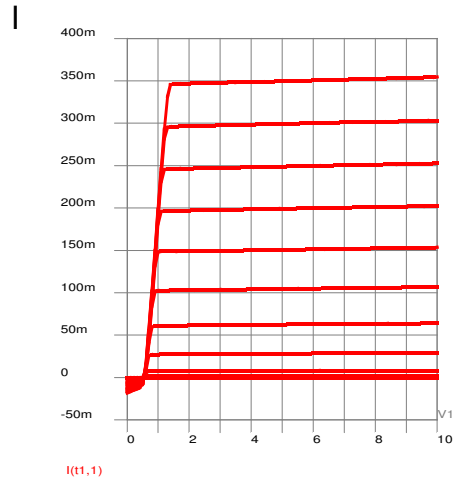
Fig.2 DC current gain; typical values.

3.2 Kennlinienfeld



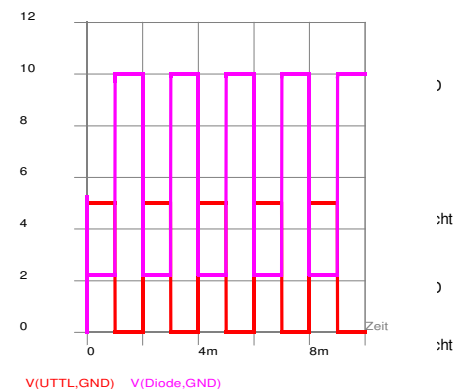
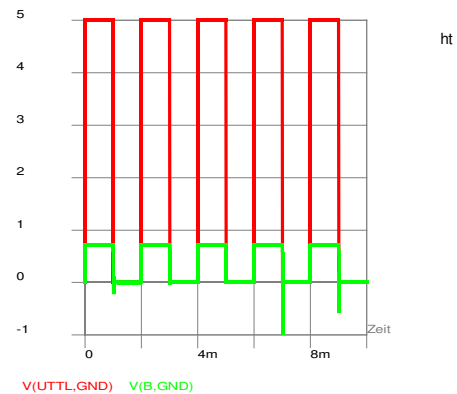
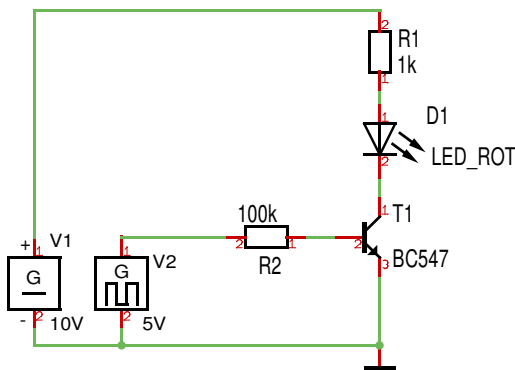
Quelle: Bauteilname
Startwert:
Endwert:
Inkrement:

☒ geschaltete DC Analyse (innere)
Quelle:
Startwert:
Endwert:
Inkrement:



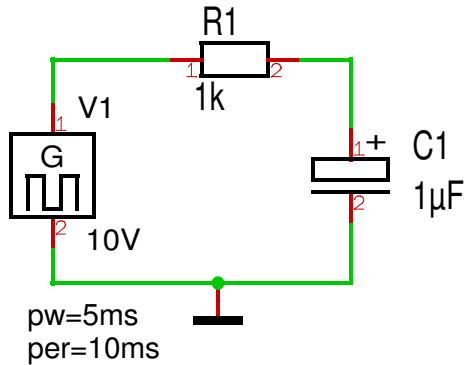
- Kennlinien erhält man mit der DC-Analyse, Start und Endwert beziehen sich auf die Spannung.
- Als Messgröße den Strom angeben!

3.3 Transistor als Schalter

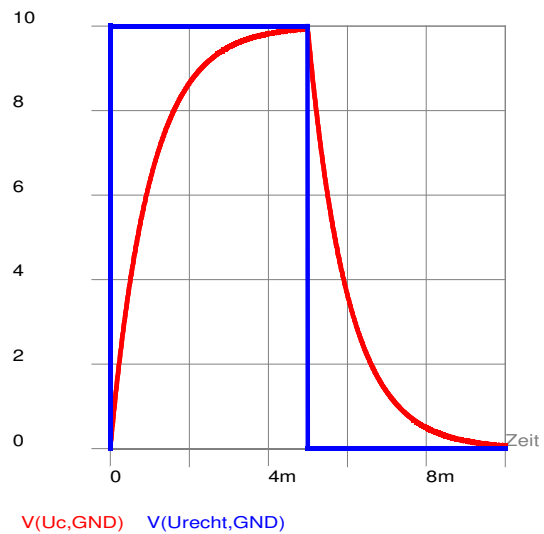


4 Kondensator an Gleichspannung

4.1 Kondensator- Auf- und Entladung



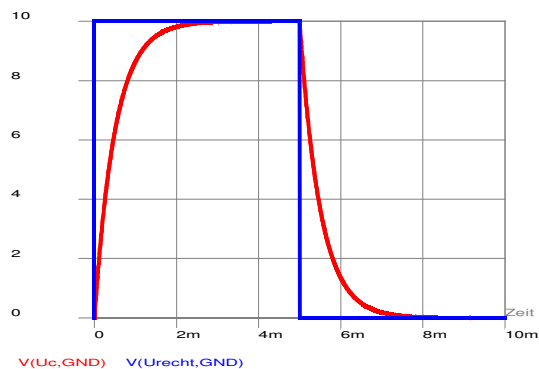
pw: Pulsweite = Zeit, in der die Generatorspannung 10V ist
per: Periodendauer = Zeit, nach der sich die Form der Generatorspannung wiederholt.



- Das Signal des Rechteckgenerators ist 5ms lang 10V (=Pulsweite pw) und anschließend 5ms lang 0V. Die gesamte Dauer heißt Periodendauer per. Danach wiederholt sich das Signal.
- Wenn Urecht = 10V ist, lädt sich der Kondensator auf.
- Wenn Urecht = 0V ist, entlädt sich der Kondensator.
- Die Auf- und Entladung ist nicht linear (keine Gerade), sondern die Aufladung ist zunächst sehr schnell und verlangsamt sich dann.
- Nach $T = R \cdot C = 1k\Omega \cdot 1\mu F = 1ms$ ist der Kondensator auf 6,3V aufgeladen, allgemein sind es immer 63% der Gesamtspannung.
- Man sagt, nach der Zeit $5 \cdot T$ ist der Kondensator praktisch vollständig geladen (99,5%)

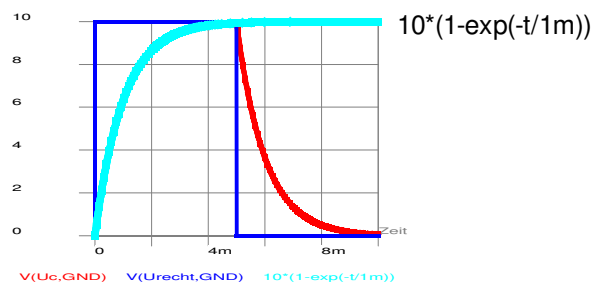
4.2 Verkürzung der Aufladezeit durch Verkleinern von R

- Der Widerstand wurde halbiert, dadurch erhöht sich der Aufladestrom und der Kondensator lädt sich schneller auf.

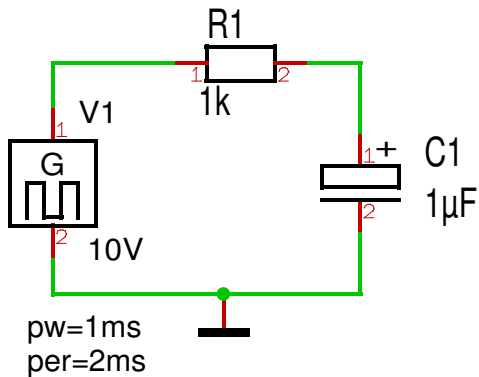


4.3 Überprüfung der Aufladefunktion

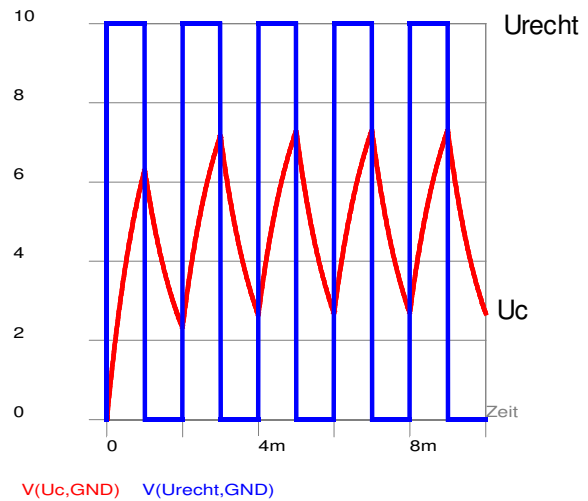
- Bei Graphenrechner die Aufladefunktion eingeben: $10 \cdot (1 - \exp(-t/1m))$
- es ergibt sich bei der Aufladung der gleiche Verlauf wie bei der Simulation



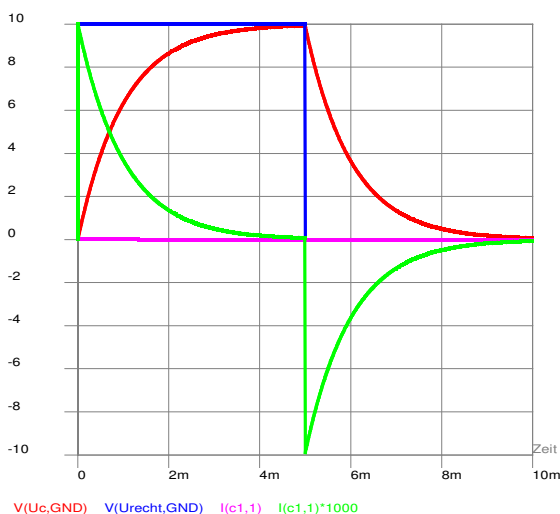
4.4 Verkürzung der Periodendauer



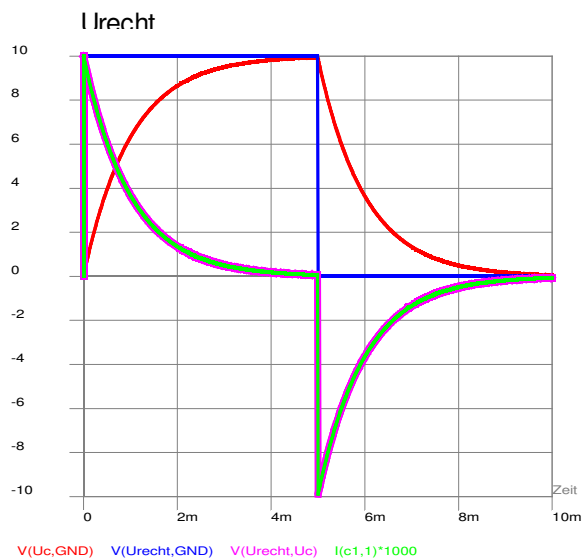
- Nun lässt man dem Kondensator nicht ausreichend Zeit, um sich aufzuladen.



4.5 Stromverlauf



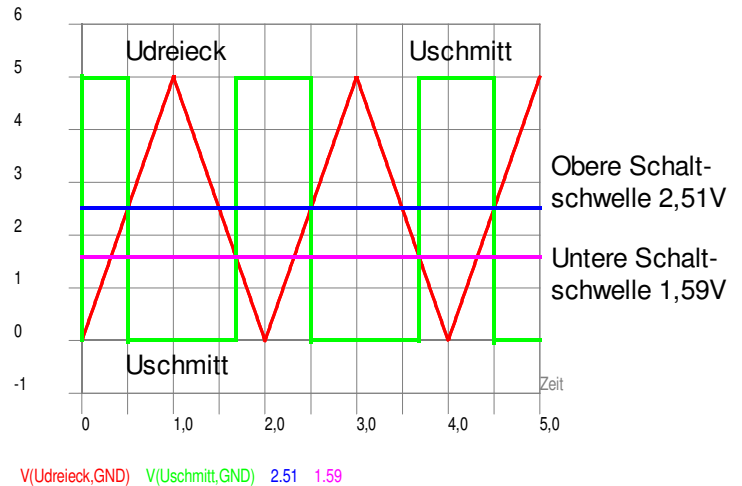
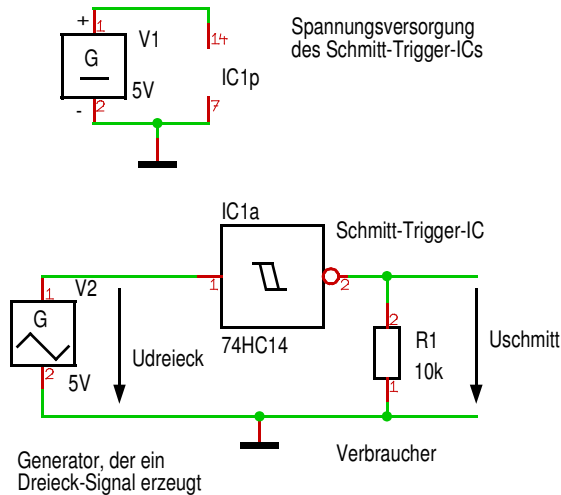
- Oben sieht man den Stromverlauf im Kondensator und im Widerstand (gleich weil Reihenschaltung!).
- Bei der Aufladung ist der Strom zunächst maximal und sinkt dann langsam ab
- Bei der Entladung ebenso, jedoch ist er negativ, da der Strom in die andere Richtung fließt.



- Oben sieht man, dass der Stromverlauf dem Spannungsverlauf am Widerstand proportional ist (gleicher Verlauf)
- Denn Spannungsverlauf am Widerstand kann man sich auch so erklären: Uc und UR müssen zu jedem Zeitpunkt die Gesamtspannung Urecht ergeben.

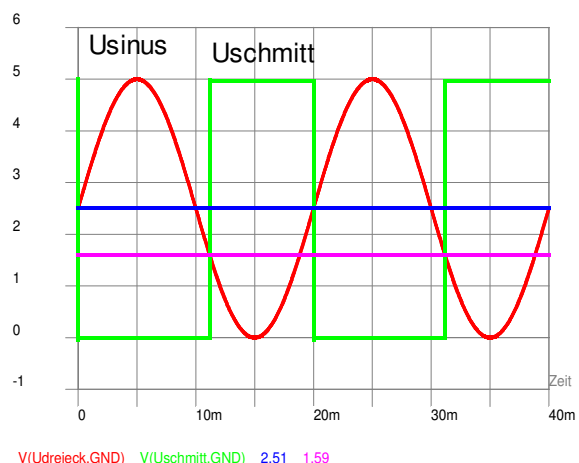
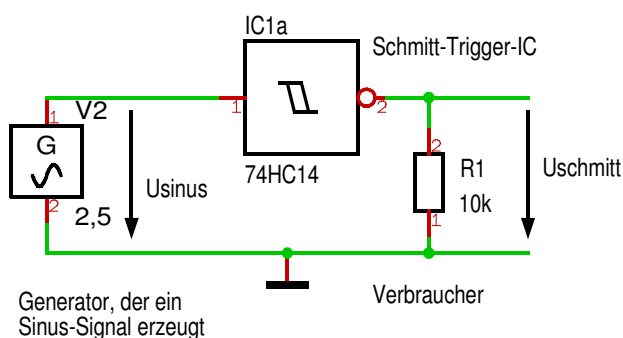
5 Rechteckgenerator mit Schmitt-Trigger und RC-Schaltung

5.1 Funktion des Schmitt-Triggers mit Dreiecksspannung untersuchen

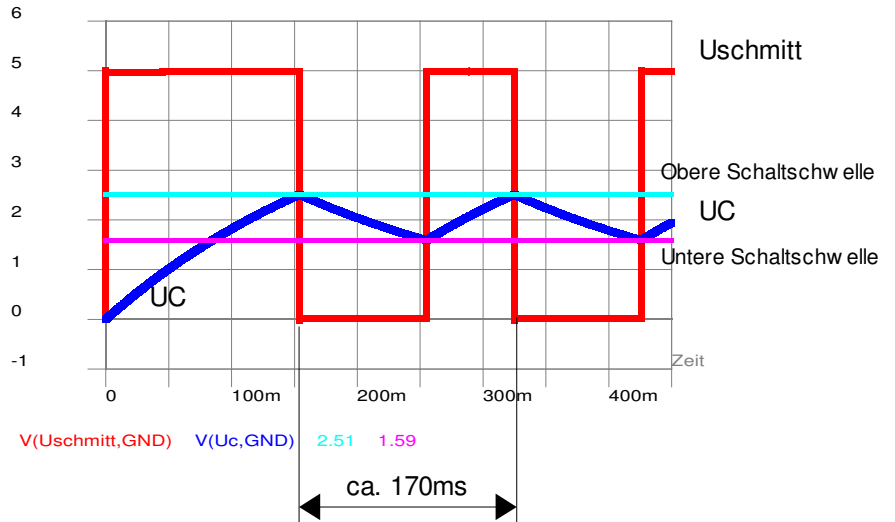
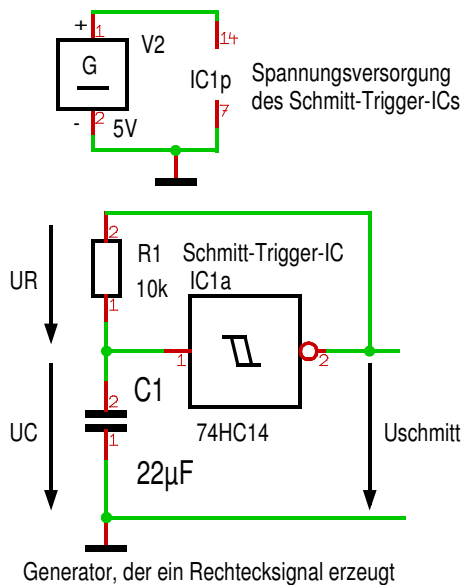


- Am Ausgang des Schmitt-Triggers erhält man entweder 5V (High) oder 0V (Low). Es handelt sich um ein Bauteil der Digitaltechnik.
- An den Eingang des Schmitt-Triggers wird zu Testzwecken ein Dreieckssignal angelegt.
- Wenn die Eingangsspannung kleiner ist als die untere Schaltschwelle, dann ist die Ausgangsspannung High (5V).
- Wenn die Eingangsspannung größer ist als die obere Schaltschwelle, dann ist die Ausgangsspannung Low (0V).
- Wenn die Eingangsspannung zwischen den Schaltschwellen liegt, dann bleibt die Ausgangsspannung so wie sie vorher war.
- Typische Anwendung ist eine Heizungssteuerung: die Eingangsspannung des Schmitt-Triggers ist proportional der Temperatur, der Ausgang schaltet die Heizung an und aus.

5.2 Schmitt-Trigger mit Sinusspannung untersuchen



5.3 Funktion des Rechteckgenerators untersuchen

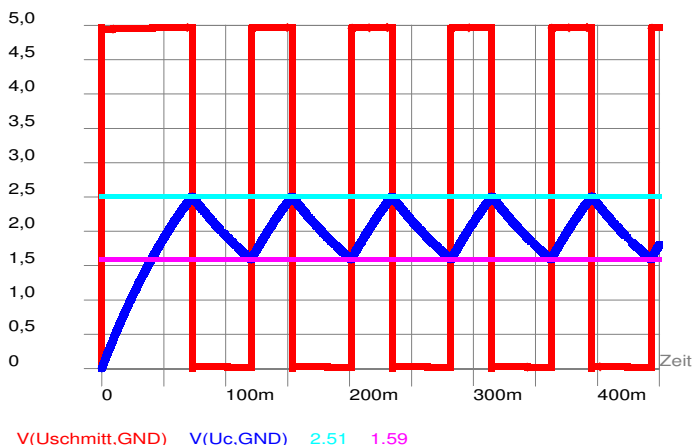


- Zu Beginn ist der Kondensator entladen $U_c = 0V$
- Da die Eingangsspannung des Schmitt-Triggers unterhalb der Schaltschwelle liegt, ist die Ausgangsspannung 5V (High)
- Der Kondensator lädt sich über den Widerstand auf $\rightarrow U_c$ steigt
- Sobald U_c die obere Schaltschwelle des Schmitt-Triggers überschreitet, wird die Ausgangsspannung 0V (Low).
- Nun entlädt sich der Kondensator über den Widerstand.
- Sobald U_c die untere Schaltschwelle des Schmitt-Triggers unterschreitet, wird die Ausgangsspannung wieder High und der Vorgang beginnt von vorne.
- Erzeugte Frequenz: $f = 1 / 170ms = 5,9Hz$

5.3.1 Vergrößerung der Frequenz

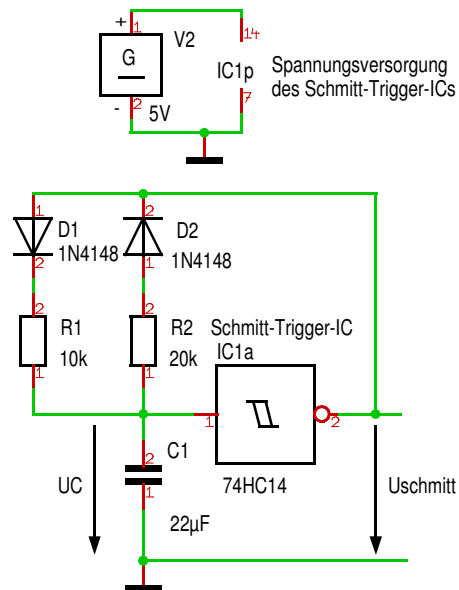
- Entweder Widerstand verkleinern
 \rightarrow Strom größer
 \rightarrow Kondensator lädt sich schneller auf
- Oder Kondensator verkleinern
 \rightarrow Kondensator ist schneller aufgeladen

$R = 4,7k\Omega$ und $C1 = 22\mu F$
 \rightarrow Frequenz: $f = 1 / 83ms = 12 Hz$

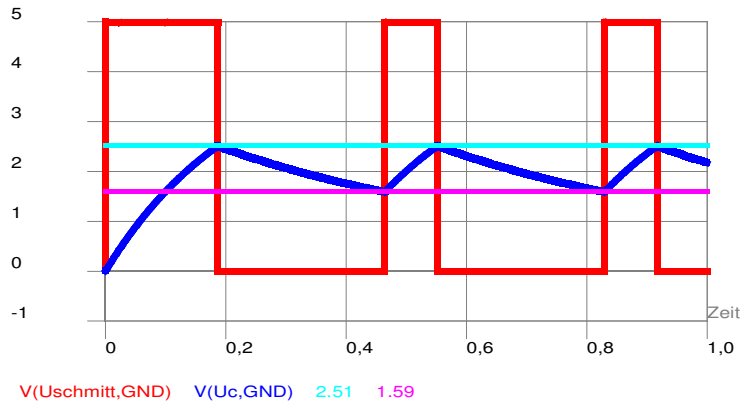


5.4 Rechteckgenerator mit variablem Tastgrad

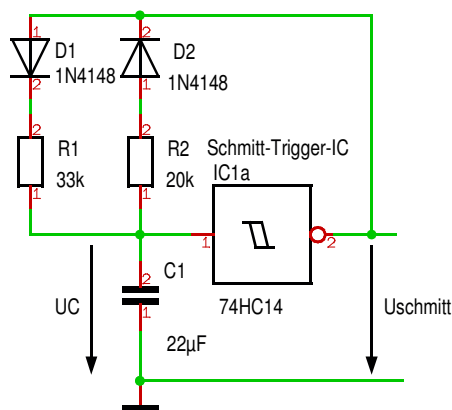
Die Zeiten, in der das Rechtecksignal High bzw. Low ist, lassen sich getrennt einstellen.



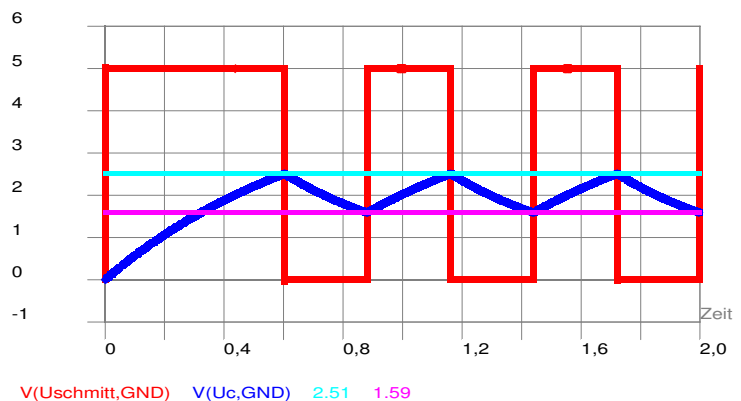
Generator, der ein Rechtecksignal erzeugt



- Der Kondensator lädt sich über D1, R1 auf, daher wird die Aufladezeit von R1 und C1 bestimmt.
Folgerung: die High-Zeit des Rechtecksignals wird mit R1 und C1 festgelegt.
- Der Kondensator entlädt sich über R2 und D2, daher wird die Entladezeit von R2 und C1 bestimmt.
Folgerung: die Low-Zeit des Rechtecksignals wird mit R2 und C1 festgelegt.
- Z.B. mit $R1 = 33k\Omega$ und $R2 = 20k\Omega$ ist die High und Low-Zeit des Rechtecksignals gleich lang.
- Mit C1 wird die High-Zeit und die Low-Zeit gleichzeitig verändert.

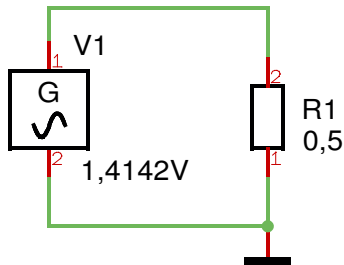


Generator, der ein Rechtecksignal erzeugt

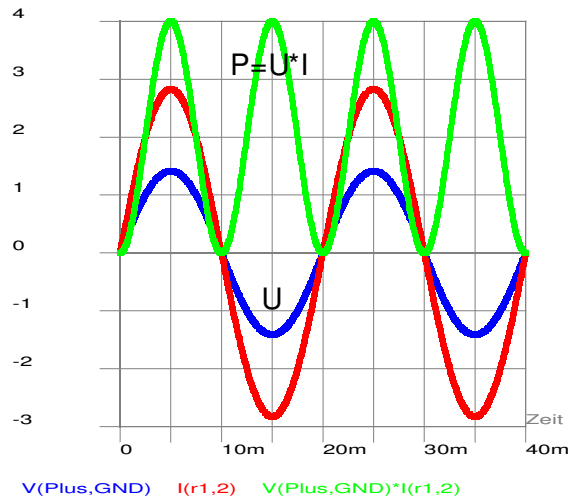


6 RLC-Schaltungen an Wechselspannung

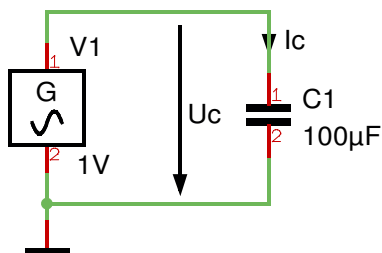
6.1 Widerstand an Wechselspannung



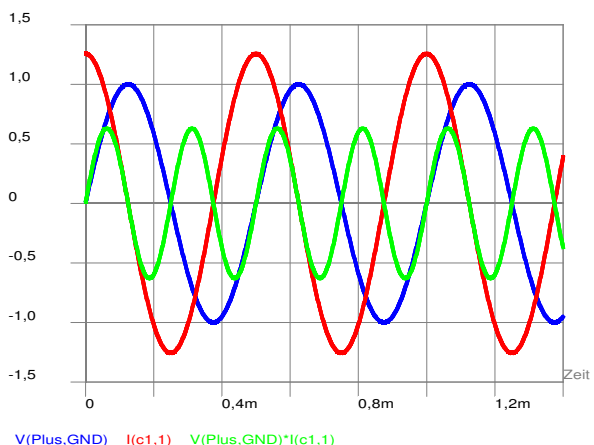
- U und I sind phasengleich
- P erhält man durch Multiplikation der Momentanwerte von U und I
- P hat die doppelte Frequenz von U und ist immer positiv → Wirkleistung



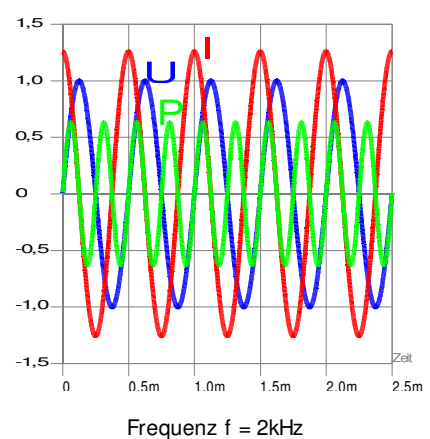
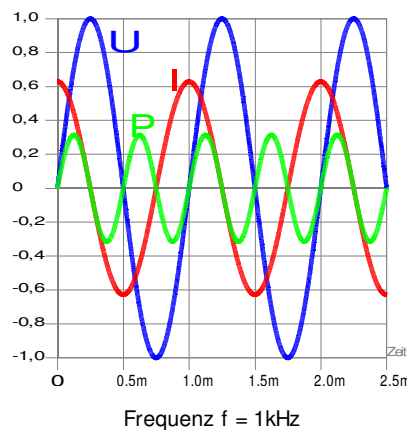
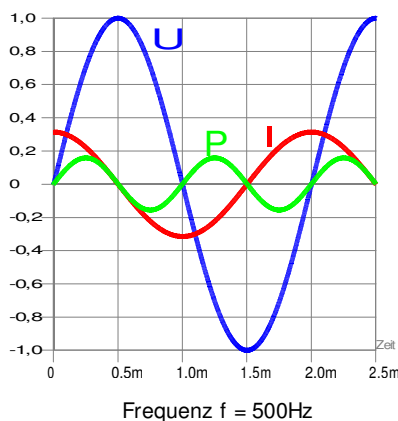
6.2 Kondensator an Wechselspannung



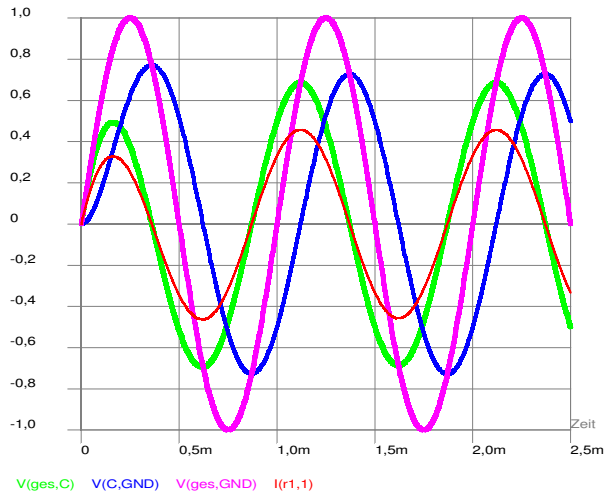
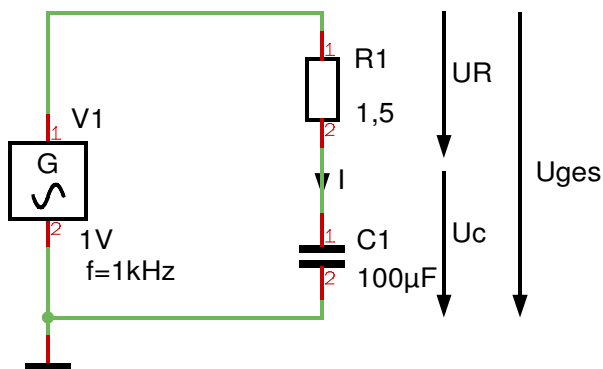
- I eilt 90° vor U
- P ist abwechselnd positiv und negativ → Blindleistung
- I und P sind frequenzabhängig



6.2.1 Frequenzabhängigkeit untersuchen



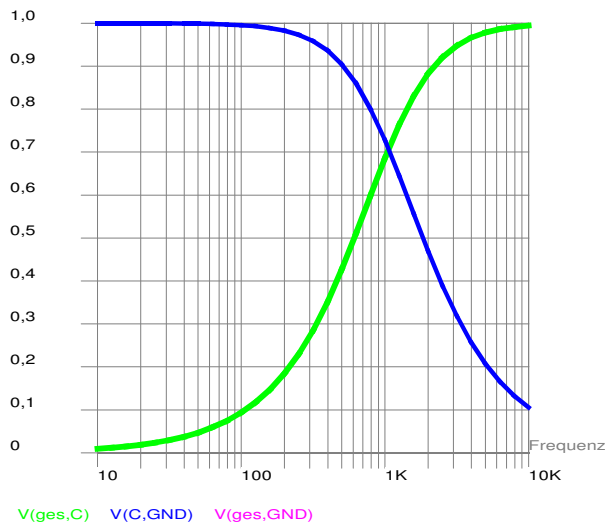
6.3 RC-Reihenschaltung



- U_{ges} erhält man durch Addition der Momentanwerte von U_R und U_C
Beweis: Im Graphenrechner U_R und U_C addieren

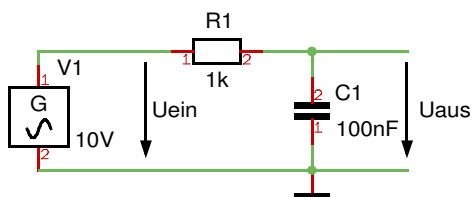
6.3.1 Frequenzgang

- erhält man mit AC-Analyse
- im Oszilloskop-Fenster X-Achse logarithmisch einstellen
- $f \uparrow \rightarrow X_C \downarrow \rightarrow U_C \downarrow$
- $f \uparrow \rightarrow X_C \downarrow \rightarrow Z \downarrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U_R \uparrow$
- Grenzfrequenz ablesen
- Ausgang = $U_C \rightarrow$ Tiefpass-Verhalten
- Ausgang = $U_R \rightarrow$ Hochpass-Verhalten

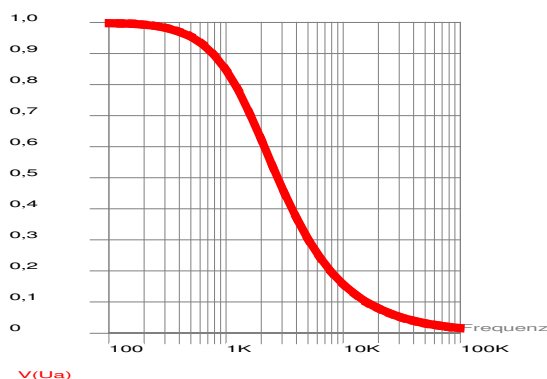


6.4 Filter

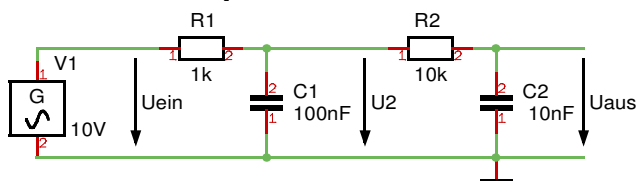
6.4.1 RC-Tiefpass



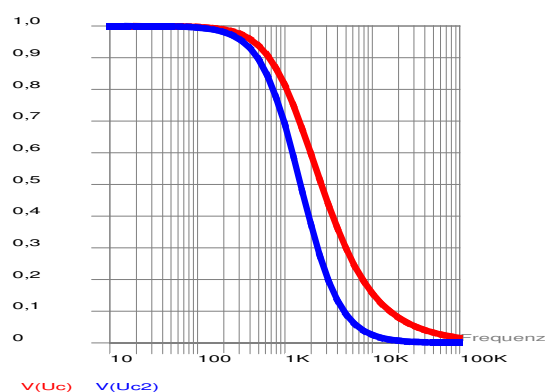
im Oszilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



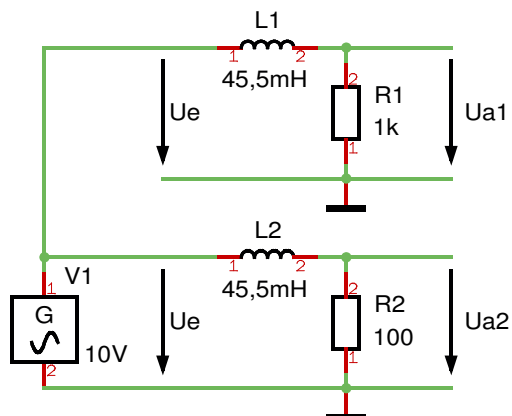
6.4.2 RC-Tiefpass



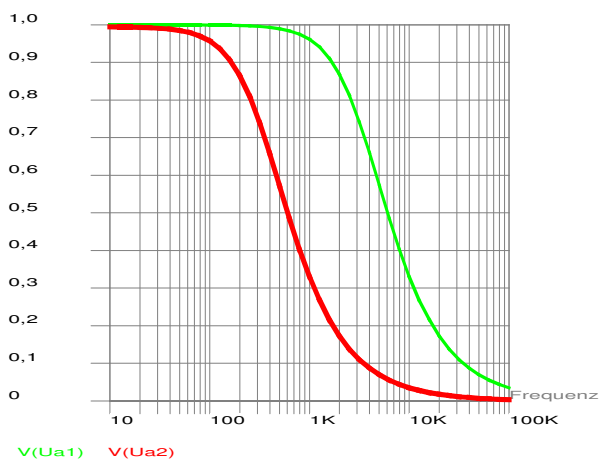
im Oszilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



6.4.3 RL-Tiefpässe

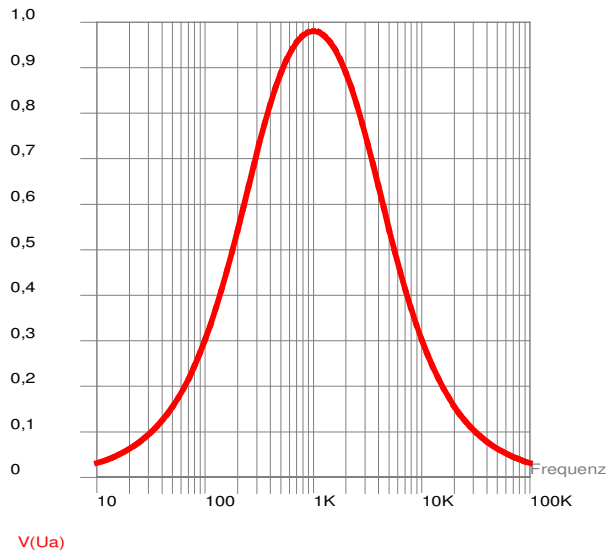
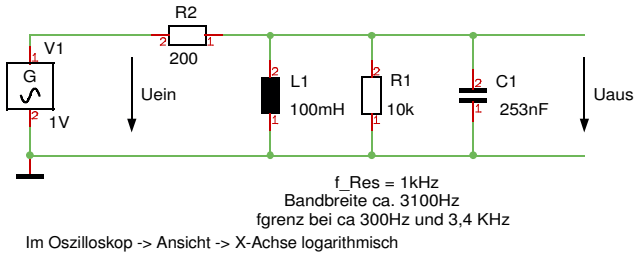


im Oszilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



6.4.4 Bandpass mit Schwingkreis

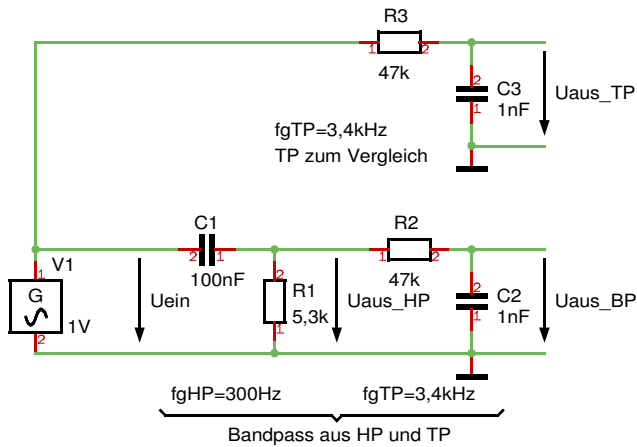
Bandpass aus Schwingkreis mit Vorwiderstand



6.4.5 Bandpass aus HP und TP

Bandpass aus Hochpass und Tiefpass

Um auch den Frequenzgang des Tiefpasses darstellen zu können, ist ein identischer Tiefpass parallel an die Quelle geschaltet.



Im Oszilloskop -> Ansicht -> X-Achse logarithmisch

