

Aufgabe zur Erlangung des Testats zur Vorlesung „Schaltungssimulation unter PSPICE“

Juni 2004

Um das Testat zur Vorlesung „Schaltungssimulation unter PSPICE“ bekommen zu können, müssen Sie die im Folgenden geschilderten vier Aufgaben bearbeiten, die dazu gehörenden acht Fragen beantworten und einen Screenshot erzeugen.

Um die Aufgabe bearbeiten zu können benötigen Sie die vier Dateien: Testat1.sch, Testat2.sch, Testat3.sch und Testat4.sch

Tragen Sie bitte Ihren Namen sowie die Antworten zu den acht Fragen in die dafür vorgesehenen Felder in diesem Dokument ein, und speichern Sie es anschließend ab. Ersetzen Sie dabei im Dateiname das Wort Testat1 durch Ihren Nachnamen (PSPICE_<name>.doc). Schicken Sie mir dann dieses Dokument und den unter Aufgabe drei aufgeführten Screenshot bis zum 14.06.04 per e-mail zu.

Name:

Aufgabe 1:

Gegeben sei die Zwei-Weg-Gleichrichter Schaltung Testat1.sch, die für Lastwiderstände R3 zwischen 120Ω und $12k\Omega$ ausgelegt werden soll. Führen Sie eine Transient-Analyse über eine Zeitspanne von 100ms (Final Time = 100ms) bei einer Höchstschrittweite von 10us (Step Ceiling 10us) durch und aktivieren Sie dabei die Parameter-Analyse mit RVAR = 120Ω bzw. $12k\Omega$.

Die Spannung am Knoten 1 soll nun durch einen zusätzlichen einzufügenden Kondensator parallel zu dem Lastwiderstand R3 (zwischen Knoten 0 und 1) geglättet werden. Der Kondensator soll so bemessen werden, dass die Ausgangsspannung (Spannung am Knoten 1) nie unter 13,8V bzw. die Rippelspannung (Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Spannung) immer kleiner 330mV bleibt.

Wählen Sie zunächst für den Kondensator eine Kapazität von 1uF und ermitteln Sie, welcher der beiden Lastfälle ($R1=120\Omega$ oder $R1=12k\Omega$) hinsichtlich Rippelspannung ungünstiger ist. Führen Sie anschließend eine Simulation durch, bei der Sie dem Lastwiderstand R3 den zuvor als ungünstigeren Lastfall ermittelten Wert fest zuweisen und eine Parameter-Analyse durchführen, bei der Sie den Wert des Kondensators variieren.

Frage 1: Welche Kapazität muss der Kondensator mindestens haben, damit die oben genannte Bedingung hinsichtlich der Ausgangsspannung erfüllt wird?

Antwort 1: Damit die Ausgangsspannung sicher über 13,8V bleibt, bzw. die Rippelspannung stets kleiner 330mV (peak to peak) bleibt, ist ein Glättungskondensator erforderlich, der mindestens eine Kapazität von μF aufweist.

Aufgabe 2:

Öffnen Sie nun die Schaltung Testat2.sch deren Struktur identisch ist zu der in der Vorlesung bereits behandelte Schaltung BSP012 zur Spannungsstabilisierung. Die wesentlichen Unterschiede bestehen in der Dimensionierung, d.h. der Wahl der Bauteilwerte.

Führen Sie als Analyse einen „DC Sweep“ durch, bei dem der globale Parameter RVAR und damit der Lastwiderstand R3 zwischen 1Ω und $12k\Omega$ mit 101 Stützpunkten pro Dekade variiert werden soll. Im „Probe“-Fenster wird die Ausgangsspannung $V(out)$ über RVAR dargestellt.

Frage 2: Wie groß muss RVAR mindestens sein, damit die Spannung $V(out)$ größer, gleich 12V bleibt?

Antwort 2: RVAR muss mindestens 100Ω betragen.

Fügen Sie eine zweite y-Achse ein und stellen Sie hierauf den Strom durch die Last (durch R3) dar.

Frage 3: Bis zu welchem maximalen Laststrom $I(R3)$ kann die Ausgangsspannung konstant gehalten werden?

Antwort3: Die Ausgangsspannung kann konstant gehalten werden, solange der Laststrom nicht den Wert von $100\mu A$ überschreitet.

Aufgabe 3:

Öffnen Sie nun die Schaltung Testat3.sch. Hier wurde die Schaltung Testat2.sch lediglich um die beiden zusätzlichen Bauteile Q1 und R5 erweitert. Diese bewirken eine Begrenzung des Stroms, der an die Last abgegeben werden kann. Sobald der Strom durch R5 so groß wird, dass der damit verbundene Spannungsabfall, der ja auch an der Basis-Emitter-Strecke von Q1 abfällt, den Transistor Q1 „einschaltet“, wird die Basis-Emitter-Strecke von Q2 kurz geschlossen, was die Leitfähigkeit von Q2 reduziert und somit einen weiteren Stromanstieg verhindert.

Führen Sie als Analyse wieder einen „DC Sweep“ durch, bei dem der globale Parameter RVAR zwischen 1Ω und $12k\Omega$ mit 101 Stützpunkten pro Dekade variiert wird. Im „Probe“-Fenster wird die Ausgangsspannung $V(out)$ über RVAR dargestellt.

Fügen Sie auch hier wieder eine zweite y-Achse ein und stellen Sie hierauf den Strom durch R3 dar.

Frage 4: Welche Bedingung muss für RVAR bzw. für $I(R3)$ erfüllt sein, damit die Schaltung auf eine konstante Ausgangsspannung regelt?

Antwort 4: Auf eine konstante Ausgangsspannung wird geregelt wenn für RVAR gilt:

100Ω
bzw, wenn für den Laststrom gilt:

$100\mu A$.

Frage 5: Was gilt in dem Bereich von RVAR, indem die Spannung nicht konstant gehalten wird, näherungsweise für den Strom?

Antwort 5: In diesem Bereich ist der Strom $100\mu A$.

Die Ausgangskennlinie dieser Schaltung wird wegen ihrer Charakteristik auch als Rechteck-Kennlinie bezeichnet. Stellen Sie die Ausgangskennlinie $V(out)$ über $I(R3)$ dar. Selektieren Sie dazu mit einem Doppelklick die x-Achse und wählen Sie unter dem Eintrag „Axis Variable ..“ den Strom $I(R3)$.

Generieren Sie einen Screen-Shot und fügen Sie diesen Ihrer Antwort e-mail bei.

Führen Sie nun eine Parameter-Analyse durch, bei der die Temperatur zwischen den Werten -20 , 25, und 70 Grad Celsius variiert wird.

Fügen Sie in „Probe“ wieder eine zusätzliche y-Achse ein und stellen Sie darauf den Ausgangsstrom I(R3) dar.

Frage 6: Auf welchen Wert wird der Laststrom I(R3) bei den drei Temperaturen, im kurzschlussähnlichen Lastfall ($R_{VAR} = 1\Omega$) begrenzt?

Antwort 6: $I_{\max}(\vartheta=-20^{\circ}\text{C}) =$ mA
 $I_{\max}(\vartheta=25^{\circ}\text{C}) =$ mA
 $I_{\max}(\vartheta=70^{\circ}\text{C}) =$ mA

Aufgabe 4:

Kopieren Sie nun die Schaltung Testat3.sch ohne die Quelle V1 in die Schaltung Testat4.sch, indem Sie das Netz, das den Widerstand R5 mit dem Emitter von Q2 verbindet an den Knoten 1 (den Ausgang des Zweiweg-Gleichrichters) in Testat4.sch anbinden.

Setzen Sie die Kapazität von C1 auf den in Aufgabe 1 ermittelten Wert, die Anfangsspannung des Kondensators auf 13,8V ($I_C=13.8$), und führen Sie anschließend eine Transient-Analyse über eine Zeitspanne von 100ms (Final Time = 100ms) bei einer Höchstschnittweite von 10us (Step Ceiling 10us) durch. Variieren Sie dabei durch einer Parameter-Analyse den Lastwiderstand R3 (120 Ω , 1200 Ω und 12k Ω).

Frage 7: Wie groß ist nach einer Einschwingzeit von 50ms die mittlere Ausgangsspannung sowie die Rippel-Spannung (Differenz zwischen größter und kleinster Spannung) für die drei Lastfälle $R_3=12\text{k}\Omega$, $R_3=1,2\text{k}\Omega$ und $R_3=120\Omega$?

Antwort 7: Für Zeiten größer 50ms ist die Ausgangsspannung im Mittel:
 $V(R_3:1)$ ist etwa V für $R_3=12\text{k}\Omega$, der Rippel beträgt etwa V_{pp}
 $V(R_3:1)$ ist etwa V für $R_3=1,2\text{k}\Omega$, der Rippel beträgt etwa V_{pp}
 $V(R_3:1)$ ist etwa V für $R_3=120\Omega$, der Rippel beträgt etwa V_{pp}

Führen Sie eine erneute Simulationslauf durch, bei dem Sie R_{VAR} fest auf 1 Ω setzen um den Kurzschlussfall zu simulieren, und lassen Sie sich in „Probe“ den Strom durch den Lastwiderstand I(R3) anzeigen.

Frage 8: Wie groß sind Minimal- und Maximalwert des sich einstellenden Stroms?

Antwort 8: Der Laststrom I(R3) ist ein Gleichstrom mit überlagertem Wechselanteil. Er liegt zwischen mA und mA.