

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH**



Mạch điện - Điện tử

Báo cáo Lab 2

Phân tích mạch Diode

Giáo viên hướng dẫn: Phạm Công Thái

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Hữu Thịnh 2313292

Nguyễn Chí Thanh 2313078

Nguyễn Thái Sơn 2312968

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, 01/10/2024

Mục lục

1 Complete diode model	5
1.1 Tính toán lý thuyết	5
1.2 Mô phỏng PSpice	5
1.3 So sánh	6
2 Diode in a series	7
2.1 Tính toán theo lý thuyết	7
2.2 Mô phỏng PSpice	7
2.2.1 So sánh	8
3 Circuit Analysis with Diode	9
3.1 Tính toán lý thuyết	9
3.2 Mô phỏng PSpice	11
3.3 So sánh	12
4 Clamper Diode Circuit	13
4.1 Tính toán lý thuyết	13
4.2 Mô phỏng PSpice	14
4.3 So sánh	14
5 Power switching circuit	15
5.1 Tính toán theo lý thuyết	16
5.1.1 Trường hợp chỉ có nguồn 5V	16
5.1.2 Trường hợp chỉ có nguồn 9V	16
5.1.3 Trường hợp có cả nguồn 5V và nguồn 9V	16
5.2 Mô phỏng PSpice	17
5.3 So sánh	18
6 Half-wave Rectifier	19
6.1 Theory calculation	19
6.2 PSpice simulation	19
7 Full-wave Rectifier	21
7.1 Tính toán theo lí thuyết	23
7.2 Mô phỏng	23

8 Zener Diode as a Regulator	24
8.1 Thành lập công thức tính cho các đại lượng	25
8.2 Tính toán các đại lượng trên trong 2 trường hợp	26
8.2.1 Khi nguồn cấp là 8V	26
8.2.2 Khi nguồn cấp là 12V	26
8.3 Mô phỏng trên PSpice	27
8.4 So sánh kết quả tính toán và mô phỏng	28
9 AC/DC Power Circuit Application	29
10 AC/DC Power Circuit Application With LM2596_5P0_TRANS	35

1 Complete diode model

Theo mạch mô phỏng trên (Hình 1.2), hãy xác định điện áp trên điện trở và diode (V_R, V_D), cũng như dòng điện I trong mạch với hai giá trị khác nhau của R_1 , bao gồm 220 Ohm và 1,5K Ohm. Giả sử rằng mô hình diode hoàn chỉnh được sử dụng để phân tích, có điện áp thuận ở mức 0,7V và điện trở bên trong bằng 50 Ohm.

Cuối cùng, mô phỏng trên PSpice được chạy để kiểm tra lại với tính toán lý thuyết. Giải thích ngắn gọn về sự khác biệt giữa lý thuyết và mô phỏng có thể được cung cấp trong báo cáo.

1.1 Tính toán lý thuyết

Ghi chú:

Giải thích, công thức và phương trình được mong đợi chứ không chỉ là kết quả.

Theo complete diode model:

$$\text{Ta có } V_D : V_D = E - V_R$$

$$\text{Công thức tính } V_R : V_R = I \cdot R$$

$$\text{Công thức tính } I : I = \frac{E - V_F}{R + r'_d}$$

$$\text{Cuối cùng, khi } R = 220\Omega, V_R = \left(\frac{5 - 0.7}{220 + 50} \right) \cdot 220 = 3.5037\text{V}$$

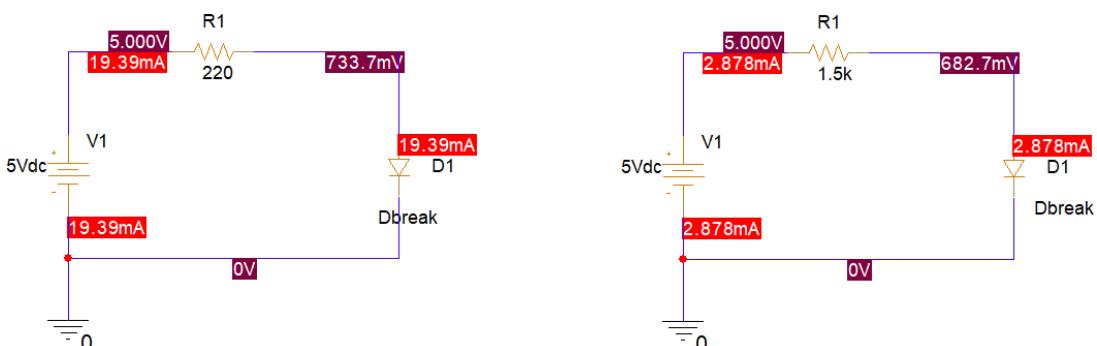
$$\text{Và khi } R = 1.5k\Omega, V_R = \left(\frac{5 - 0.7}{1500 + 50} \right) \cdot 1500 = 4.1613\text{V}$$

1.2 Mô phỏng PSpice

Đặt cấu hình mô phỏng thành bias-point. Ngoài ra, hãy bật cả Enable Voltage Bias Display và Enable Current Bias Display để hiển thị kết quả mô phỏng.

Sinh viên phải chụp màn hình trên PSpice và trình bày trong báo cáo này.

Kết quả mô phỏng (hình ảnh):



Hình 1.1: Kết quả mô phỏng trên PSpice

1.3 So sánh

Trong phần này, các tính toán lý thuyết và mô phỏng PSpice được tóm tắt trong bảng bên dưới để so sánh sự khác biệt. Học sinh được yêu cầu điền tất cả thông tin vào bảng.

Theory			PSpice		
V_R	V_D	I	V_R	V_D	I
$R = 220 \text{ Ohm}$	3.503 V	1.497 V	15.92 mA	4.266 V	0.734 V
$R = 1.5 \text{ K Ohm}$	4.161 V	0.839 V	2.774 mA	4.378 V	0.622 V

Theo Kết quả Bài tập trên, hãy đưa ra một số nhận xét về quan sát (giữa kết quả tính toán và kết quả mô phỏng):

Dựa vào kết quả trên, chúng ta có thể thấy rằng kết quả tính toán và kết quả mô phỏng có đôi chút khác biệt, điều này có thể được giải thích bởi điện trở bên trong diode không phải là giá trị hằng số.



2 Diode in a series

Tương tự như exercise 1, xác định giá trị của điện áp V_{D1}, V_{D2}, V_{D3} và dòng điện I cho mạch. Sau đó, mô phỏng mạch sử dụng PSpice. Tuy nhiên, trong trường hợp này, mô hình diode thực tế phân cực thuận được sử dụng với điện áp ngưỡng $V_F = 0.7223V$.

2.1 Tính toán theo lý thuyết

Dựa vào công thức tính cho mô hình diode thực tế:

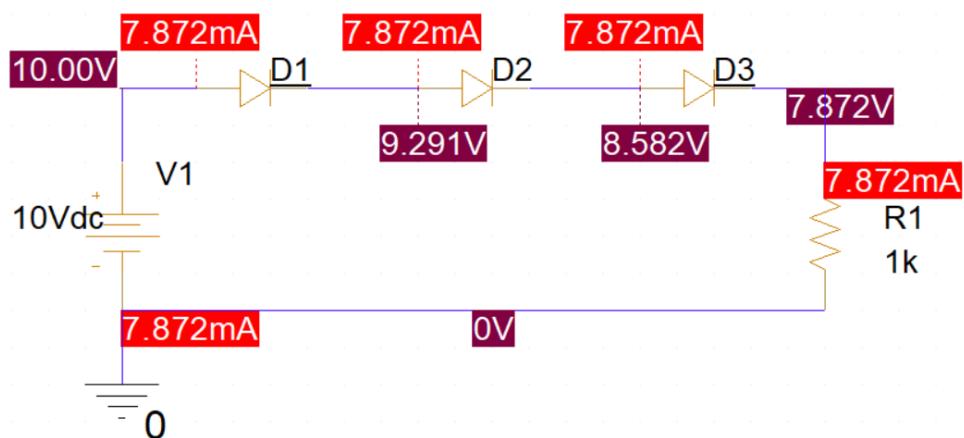
Ta có:

- $V_{D1} = 10 - V_F = 10 - 0.7223 = 9.2777V$
- $V_{D2} = 10 - 2V_F = 10 - 2 \times 0.7223 = 8.5554V$
- $V_{D3} = 10 - 3V_F = 10 - 3 \times 0.7223 = 7.8331V$
- $V_{R1} = 10 - 3V_F = 10 - 3 \times 0.7223 = 7.8331V$

Công thức tính dòng điện I :

$$I = \frac{V_{R1}}{R} = \frac{7.8331}{1000} = 7.8331mA$$

2.2 Mô phỏng PSpice



2.2.1 So sánh

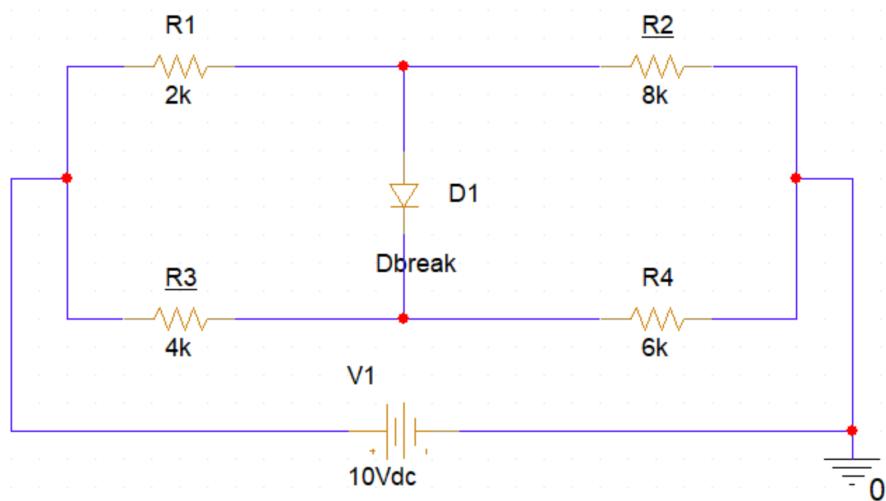
	V_{D1}	V_{D2}	V_{D3}	V_{R1}	I
Tính toán	9.2777V	8.5554V	7.8331V	7.8331V	7.8331mA
PSpice	9.291V	8.582V	7.872V	7.872V	7.872mA

Mạch trong bài tập này là một giải pháp đơn giản để thiết kế nguồn điện bằng cách tận dụng sự sụt áp của một diode. Ví dụ, một module SIM được sử dụng để gửi tin nhắn SMS có nguồn điện tốt ở mức 4.3V. Trong trường hợp này, một diode được kết nối từ nguồn 5V (một điện áp rất phổ biến) và sau đó, được kết nối với module SIM. Không chỉ được sử dụng để bảo vệ module tránh dòng ngược, diode còn là một giải pháp chi phí thấp để tạo ra nguồn điện 4.3V cho module SIM.

3 Circuit Analysis with Diode

Trong PSpice, một số bài tập trong bài có thể được mô phỏng để xác nhận kết quả. Mặc dù nó không hoàn toàn giống các giá trị (ví dụ: điện áp và dòng điện), mô phỏng trong PSpice là một công cụ để kiểm tra giải pháp của bạn. Một mạch mô phỏng ví dụ có diode và điện trở là được miêu tả như sau:

Sinh viên được đề xuất phân tích mạch này bằng mô hình diode thực tế, với điện áp rơi khoảng 0,7V. Sau đó chạy mô phỏng trên PSpice để kiểm tra lại với kết quả của bạn.



Hình 3.1: Phân tích mạch với diode

3.1 Tính toán lý thuyết

Giả sử điện áp ở cực dương và cực âm của diode V1 và V2. Nó được cho là rằng diode đang ở chế độ phân cực thuận.

Theo chế độ diode thực tế: $V_1 - V_2 = 0,7V$

Học sinh được đề nghị xây dựng các phương trình để xác định dòng điện chạy qua tất cả các điện trở.

Giải:

Ta sử dụng Kirchhoff's Vontage Law (KVL) cho 3 vòng lặp sau:

$$\text{Vòng (1): } 2k \cdot I_{R1} - 4k \cdot I_{R3} + V_D = 0$$

$$\text{Vòng (2): } 8k \cdot I_{R2} - 6k \cdot I_{R4} - V_D = 0$$

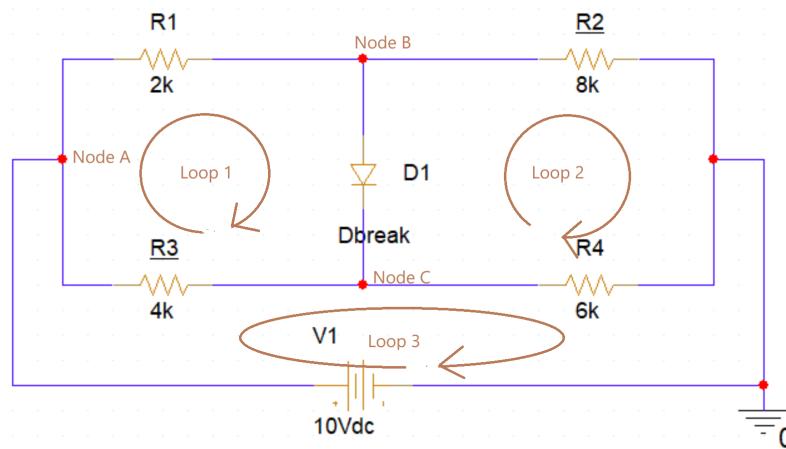
$$\text{Vòng (3): } 4k \cdot I_{R3} + 6k \cdot I_{R4} - V = 0$$

Ta sử dụng Kirchhoff's Current Law (KCL) cho 3 nút sau:

$$\text{Nút (A): } I = I_{R1} + I_{R3}$$

$$\text{Nút (B): } I_{R1} = I_D + I_{R2}$$

$$\text{Nút (C): } I_{R4} = I_D + I_{R3}$$



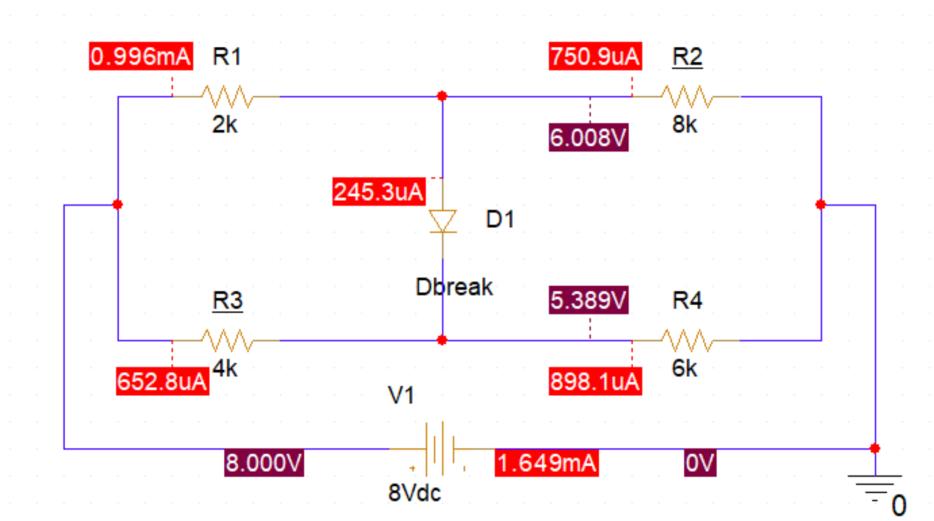
Hình 3.2: Minh họa

Ta có $V_D = V_1 - V_2 = 0,7(V)$

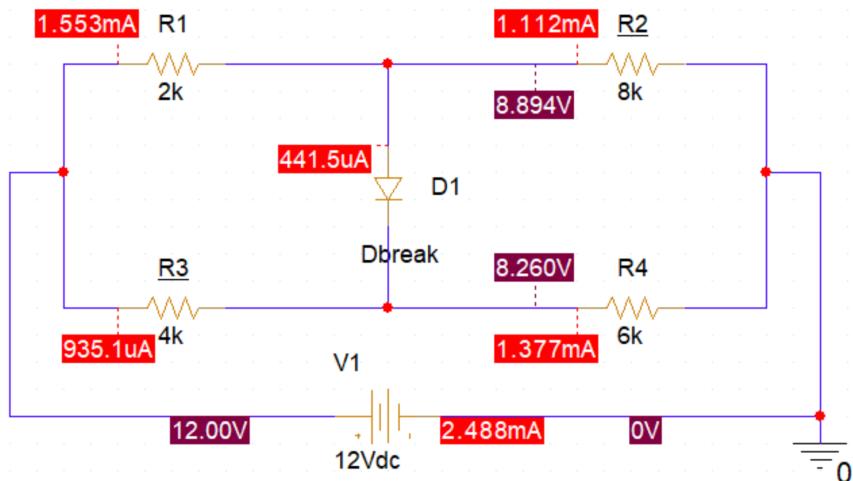
$$\begin{cases} 2k \cdot I_{R1} - 4k \cdot I_{R3} = -0,7 \\ 8k \cdot I_{R2} - 6k \cdot I_{R4} = 0,7 \\ 6k \cdot I_{R4} + 4k \cdot I_{R3} = V \\ I_{R1} - I_{R2} + I_{R3} - I_{R4} = 0 \end{cases} \quad (Lấy (B) - (C)) \quad (3.1)$$

3.2 Mô phỏng PSpice

Cấu hình điểm thiên vị được sử dụng để chạy mô phỏng trong bài tập này. Học sinh được đề xuất để chụp màn hình trên PSpice hiển thị dòng điện và điện áp trong mạch.



Hình 3.3: Mạch với $V = 8V$



Hình 3.4: Mạch với $V = 12V$

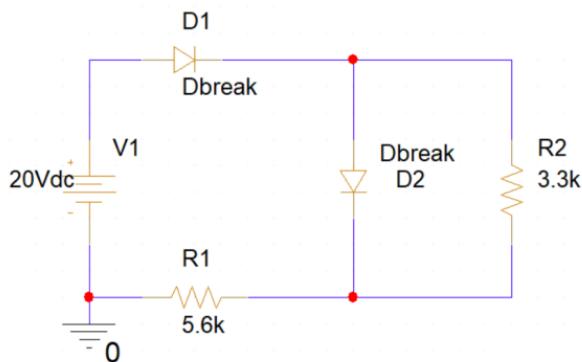
3.3 So sánh

Học sinh phải tóm tắt kết quả tính toán lý thuyết và PSpice mô phỏng và điền vào bảng dưới đây.

	Theory Calculation						PSpice Simulation					
	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{R4}	V_1	V_2	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{R4}	V_1	V_2
$V = 8 \text{ V}$	0,980 (mA)	0,755 (mA)	0,665 (mA)	0,890 (mA)	6,040 (V)	5,340 (V)	0,996 (mA)	0,751 (mA)	0,653 (mA)	0,898 (mA)	6,008 (V)	5,389 (V)
$V = 12 \text{ V}$	1,54 (mA)	1,115 (mA)	0,945 (mA)	1,370 (mA)	8,92 (V)	8,22 (V)	1,553 (mA)	1,112 (mA)	0,935 (mA)	1,377 (mA)	8,894 (V)	8,260 (V)

4 Clamper Diode Circuit

Các mạch trong hình bên dưới được gọi là bộ kẹp hoặc bộ phục hồi DC. Mô phỏng trên PSPice cũng được hiển thị trong hình bên dưới. Các mạch này kẹp một đỉnh của dạng sóng ở mức DC cụ thể (ví dụ: 0,7V). Học sinh được yêu cầu triển khai mạch trong PSPice để xác minh kết quả của họ từ tính toán lý thuyết.



Hình 4.1: Mạch kẹp sử dụng Diode

4.1 Tính toán lý thuyết

Trong phần này, giả định rằng mô hình diode thực tế được sử dụng. Trình bày các phương trình của bạn để tính toán ba dòng điện khác nhau, bao gồm I_{R1}, I_{R2}, I_{D2} và điện áp V_{R2} .

Theo Kirchhoff's Voltage Law (KVL), ta có hai phương trình sau:

$$E - V_{D1} - V_{D2} - 5.6 \cdot I_{R1} = 0 \quad (4.1)$$

$$V_{D2} = 3.3 \cdot I_{R2} \quad (4.2)$$

Theo Kirchhoff's Current Law (KCL), ta có:

$$I_{R1} = I_{R2} + I_{D2} \quad (4.3)$$

Từ (3.1), (3.2) và (3.3), ta có:

$$I_{R1} = 3,321 \text{ mA}$$

$$I_{R2} = 0,212 \text{ mA}$$

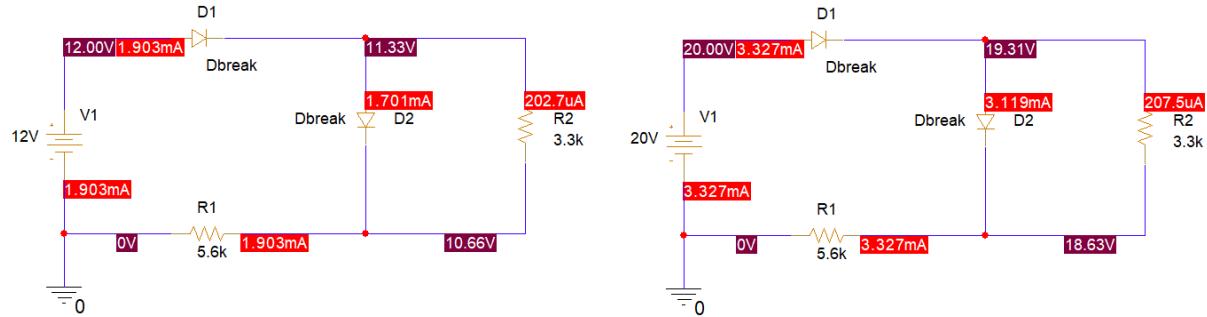
$$I_{D2} = 3,109 \text{ mA}$$

$$V_{R2} = V_{D2} = 0.7 \text{ V}$$



4.2 Mô phỏng PSpice

Mô phỏng bias point được chạy trong PSpice. Chụp màn hình của bạn với điện áp và dòng điện được bật trong kết quả.



Hình 4.2: Kết quả mô phỏng trên PSpice

4.3 So sánh

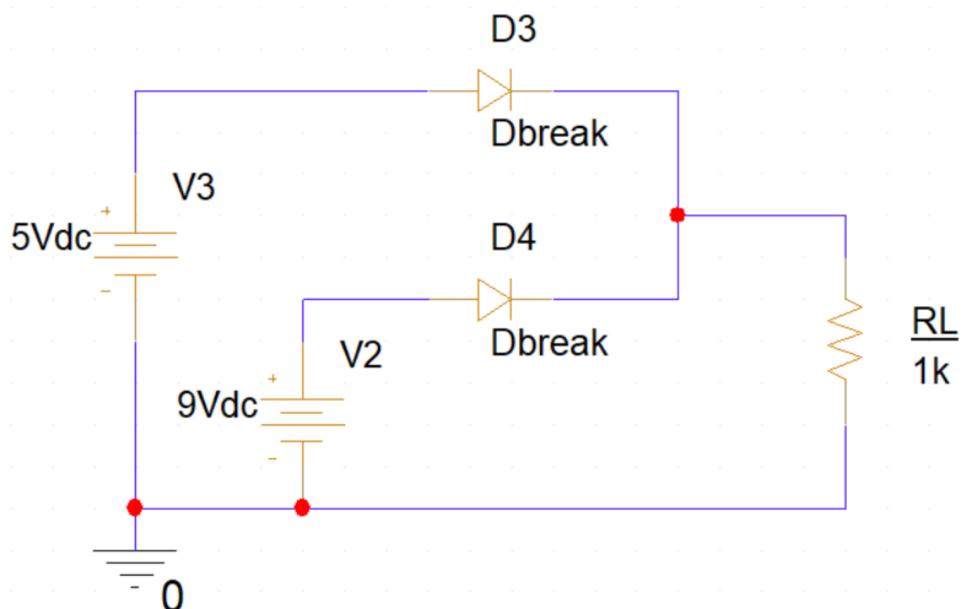
Sinh viên phải tóm tắt kết quả từ cả tính toán lý thuyết và mô phỏng PSpice và điền vào bảng bên dưới.

	Theory calculation				PSpice simulation			
	I_{R1} (mA)	I_{R2} (mA)	I_{D2} (mA)	V_{R2} (V)	I_{R1} (mA)	I_{R2} (mA)	I_{D2} (mA)	V_{R2} (V)
$V = 12V$	1.893	0.212	1.681	0.70	1.903	0.203	1.701	0.67
$V = 20V$	3.321	0.212	3.109	0.70	3.327	0.208	3.119	0.68

Kết luận: Chúng ta có thể thấy rằng với mạch này, trong mô hình Practical diode, diode D2 cố định điện áp và dòng điện qua R2, ở mọi giá trị của V. Ngược lại, trong mô phỏng Pspice, do điện trở nội bên trong Diode không phải là hằng số nên hai giá trị trên có sự khác nhau ở hai trường hợp.

5 Power switching circuit

Sự sập nguồn điện chính có thể rất quan trọng trong nhiều tình huống khác nhau. Ví dụ, khi nguồn điện bị mất đột ngột, bạn có thể muốn lưu một số dữ liệu dự phòng trên vi điều khiển. Những trường hợp như vậy cần một số mạch chuyển đổi tự động sang nguồn điện dự phòng, chẳng hạn như pin.



Hình 5.1: Mạch chuyển nguồn điện

Giải pháp đơn giản nhất cho vấn đề này là thêm một diode vào mỗi nguồn điện, như được hiển thị trong hình trên. Trong mạch này, nguồn điện 5V được sử dụng là một pin dự phòng. Trong khi đó, 9V là nguồn điện chính cho hệ thống, được minh họa bằng một điện trở tải.

Tuy nhiên, vấn đề của cách tiếp cận có phần ngây thơ này là sự sụt áp (phân cực thuận) qua diode có thể quá cao đối với hệ thống. Nhờ vào diode Schottky, điều này có thể được giảm thiểu bằng cách sử dụng loại có điện áp thuận cực thấp, có thể tìm thấy trên thị trường (ví dụ: diode Schottky sụt áp khoảng 250mV tại 1A).

5.1 Tính toán theo lý thuyết

5.1.1 Trường hợp chỉ có nguồn 5V

Để thấy D4 là diode phân cực nghịch nên không dẫn điện. Do đó, $I_{D4} = 0$. Các đại lượng còn lại được tính như sau:

$$I_{D3} = \frac{5V - V_{D3}}{R_L} = \frac{5V - 0.7V}{1k\Omega} = 4.3mA$$

$$I_{RL} = I_{D3} = 4.3mA$$

$$V_{RL} = I_{RL} \times R_L = 4.3mA \times 1k\Omega = 4.3V$$

5.1.2 Trường hợp chỉ có nguồn 9V

Để thấy D3 là diode phân cực thuận nên không dẫn điện. Do đó, $I_{D3} = 0$. Các đại lượng còn lại được tính như sau:

$$I_{D4} = \frac{9V - V_{D4}}{R_L} = \frac{9V - 0.7V}{1k\Omega} = 8.3mA$$

$$I_{RL} = I_{D4} = 8.3mA$$

$$V_{RL} = I_{RL} \times R_L = 8.3mA \times 1k\Omega = 8.3V$$

5.1.3 Trường hợp có cả nguồn 5V và nguồn 9V

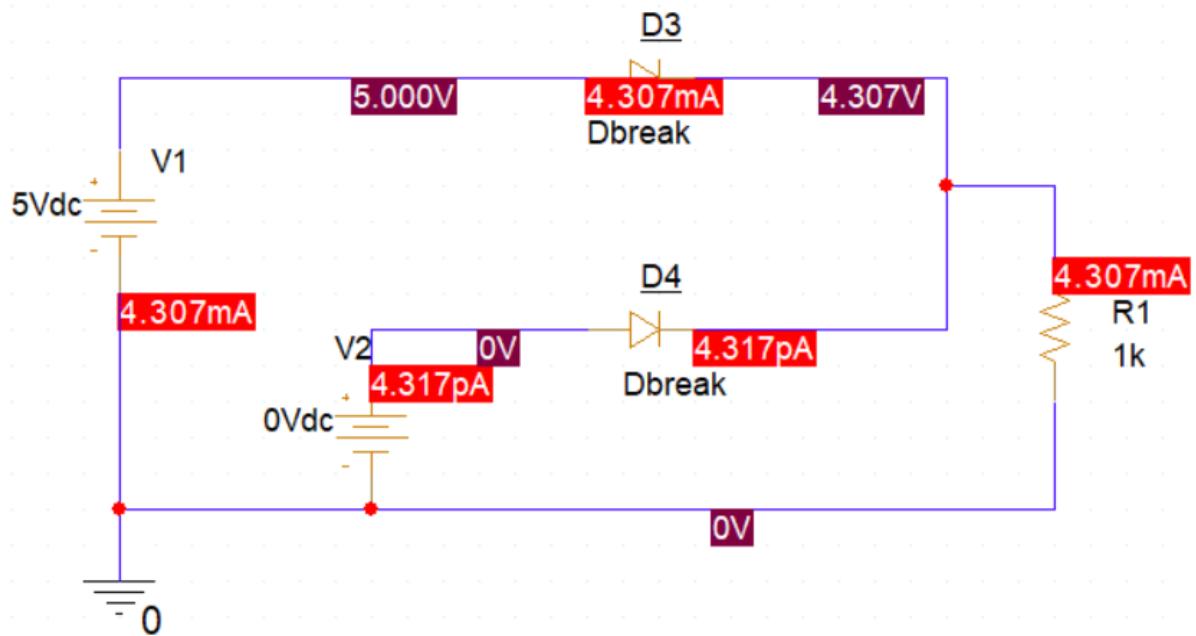
Trường hợp này ta thấy D4 là diode phân cực thuận, D3 là diode phân cực nghịch nên không dẫn điện, $I_3 = 0V$. Các đại lượng còn lại được tính như sau:

$$I_{D4} = \frac{9V - V_{D4}}{R_L} = \frac{9V - 0.7V}{1k\Omega} = 8.3mA$$

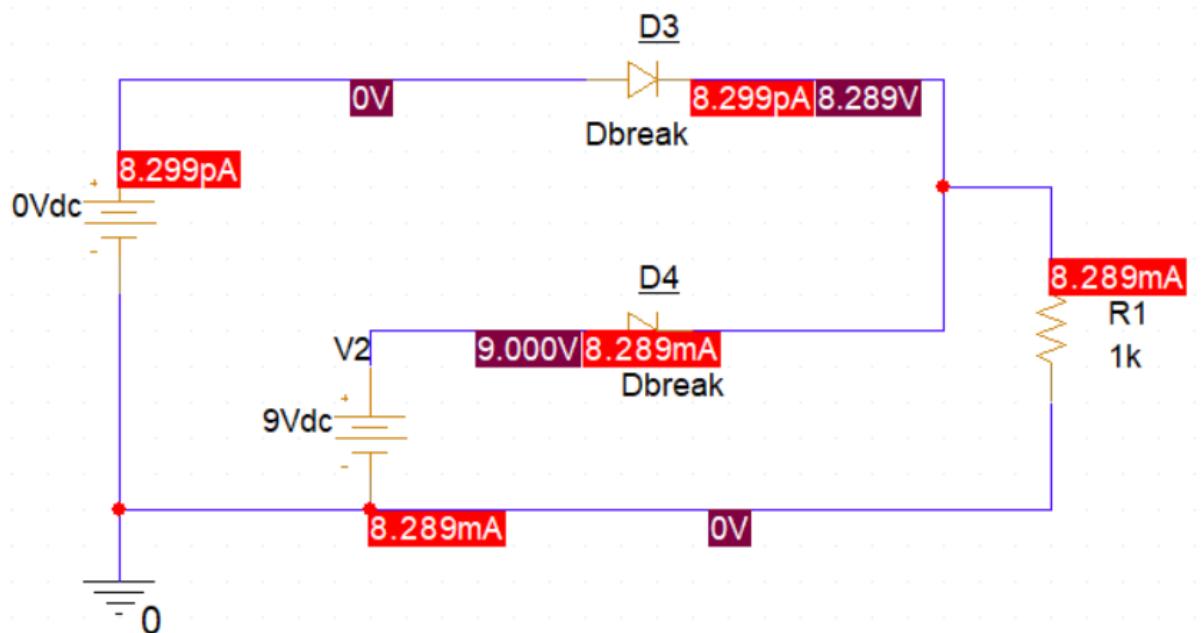
$$I_{RL} = I_{D4} = 8.3mA$$

$$V_{RL} = I_{RL} \times R_L = 8.3mA \times 1k\Omega = 8.3V$$

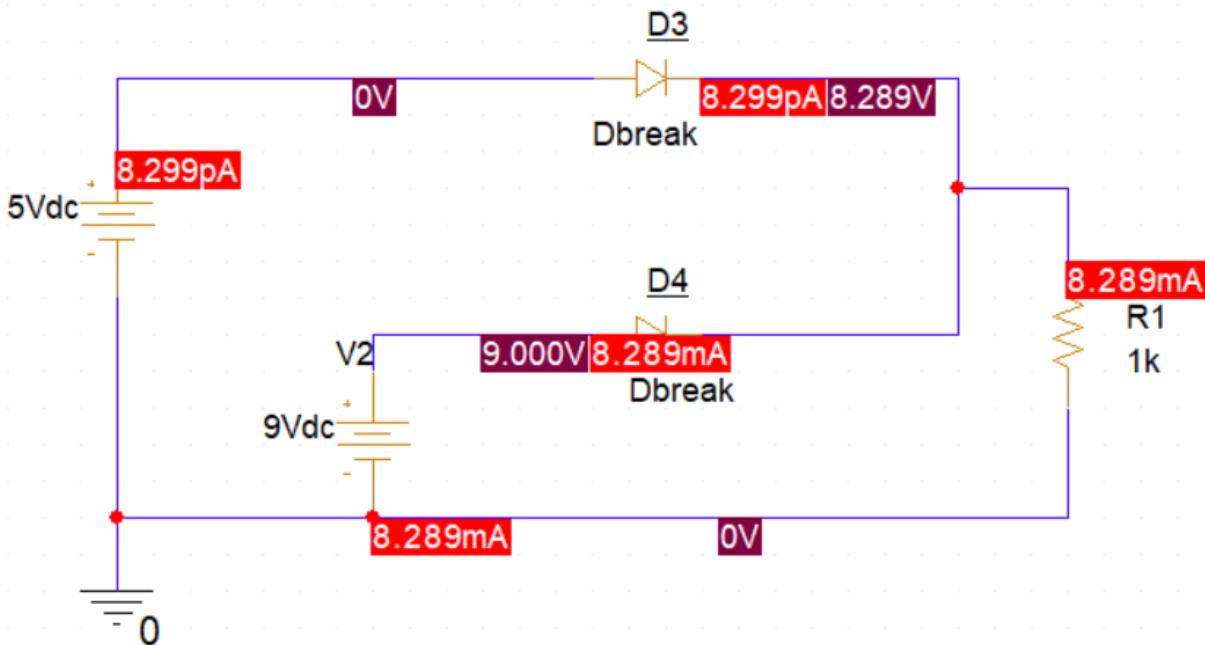
5.2 Mô phỏng PSpice



Hình 5.2: Trường hợp chỉ có nguồn 5V



Hình 5.3: Trường hợp chỉ có nguồn 9V



Hình 5.4: Trường hợp có cả nguồn 5V và nguồn 9V

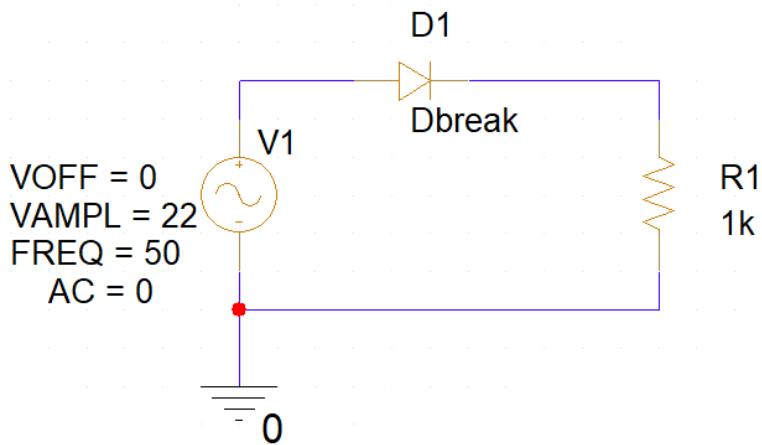
5.3 So sánh

	Tính toán theo lý thuyết				Mô phỏng PSpice			
	I_{D3}	I_{D4}	I_{RL}	V_{RL}	I_{D3}	I_{D4}	I_{RL}	V_{RL}
Chỉ 5V	4.3mA	0A	4.3mA	4.3V	4.307mA	4.317pA	4.307mA	4.307V
Chỉ 9V	0A	8.3mA	8.3mA	8.3V	8.299pA	8.289mA	8.289mA	8.289V
5V và 9V	0A	8.3mA	8.3A	8.3V	8.299pA	8.289mA	8.289mA	8.289V

Chức năng cuối cùng của các diode trong mạch này là bảo vệ mạch khỏi dòng điện ngược chiều trong trường hợp cả hai nguồn được bật cùng lúc. Trường hợp này rất phổ biến khi vi điều khiển được lập trình và cấp nguồn bởi đồng thời cổng USB và nguồn điện bên ngoài.

6 Half-wave Rectifier

Trong bài tập này, một nguồn xoay chiều được sử dụng để tạo ra đầu ra chỉnh lưu nửa sóng bằng cách sử dụng một diode. Sơ đồ mô phỏng được đưa ra dưới đây:



Hình 6.1: Half-wave Rectifier with Voltage Sin Source

6.1 Theory calculation

Chú ý:

Cần có giải thích, công thức và phương trình chứ không chỉ có kết quả.

Xấp xỉ: Diodes có $V_f = 0,78V$

- Giá trị cực tiểu của $V_{R1} = 0$ (V)
Trong nửa chu kỳ âm, diode bị phân cực ngược và không dẫn điện, do đó không có dòng điện chạy qua điện trở.
- Giá trị cực đại của $V_{R1} = V_{ACpeak} - V_f = 21.22$ (V)
- Chu kỳ của $V_{R1} = \frac{1}{freq} = 20$ (ms)

6.2 PSpice simulation

Hãy xuất kết quả mô phỏng của bạn sang Notepad và tìm điểm giá trị cực tiểu và giá trị cực đại của điện áp đầu ra, sau đó điền câu trả lời của bạn vào phần bên dưới:

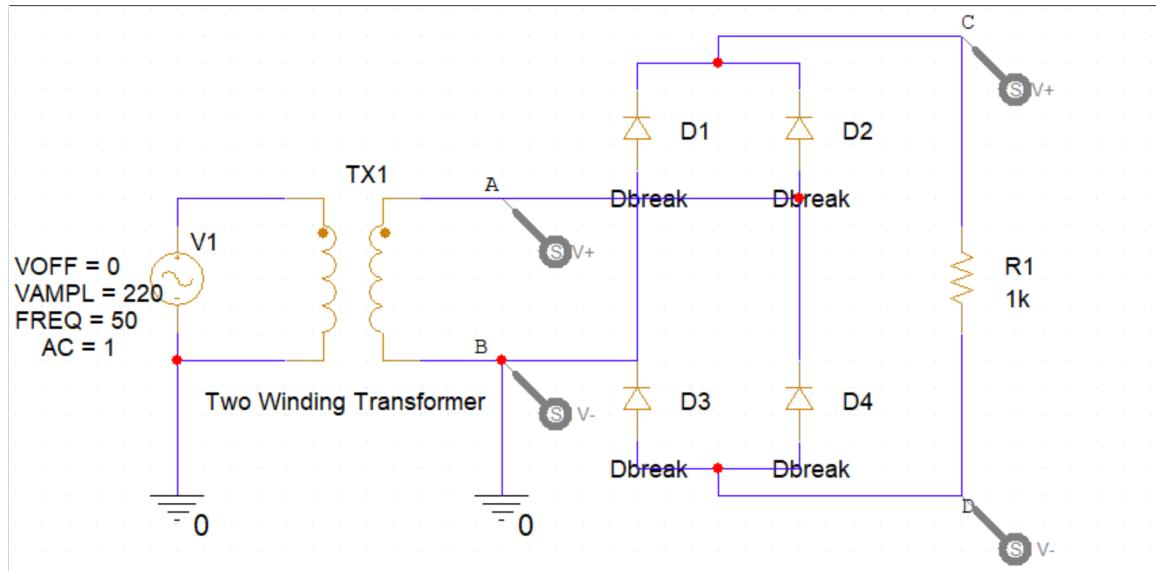
- Giá trị cực tiểu của $V_{R1} = 0$ (V)

- Giá trị cực đại của $V_{R1} = 21.263$ (V)
- Chu kỳ của $V_{R1} = 20$ (ms)



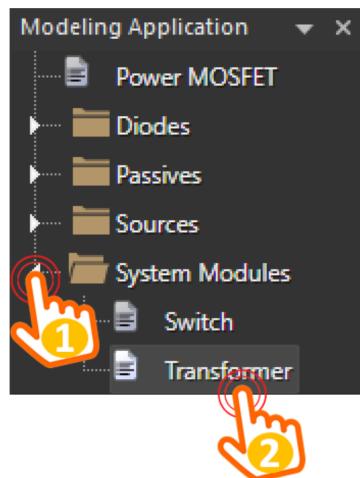
7 Full-wave Rectifier

Mạch sau đây được gọi là bộ chỉnh lưu diode cầu toàn sóng. Cho máy biến áp có tỷ số $N_1/N_2 = 10$. Viết phương trình chênh lệch điện áp V_{AB} và V_{CD} . Sau đó, thực hiện phân tích miền thời gian (transient) để kiểm tra phương trình bạn đã viết. **Tips 1:** Để đặt thành phần **transformer**:



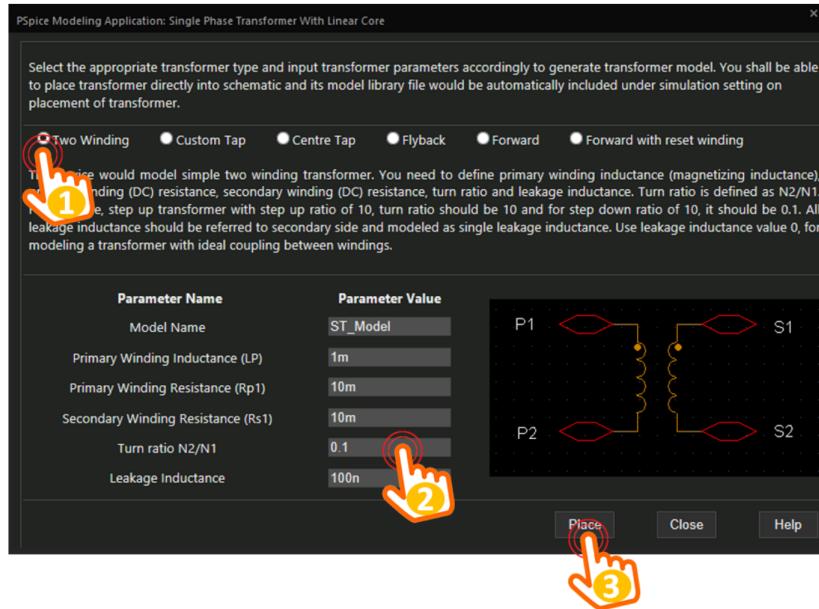
Hình 7.1: Full-wave bridge rectifier

- Step 1: Đi tới Place > PSpice Component > Modeling Application...
- Step 2: Duyệt tìm thành phần **transformer** trong danh mục **System Modules** như trong hình sau:



Hình 7.2: Duyệt tìm thành phần **transformer**

- **Step 3:** Đặt tỷ lệ chuyển đổi trước khi đặt như hình dưới đây.



Hình 7.3: Thiết lập tỷ số biến đổi trước khi đặt máy biến áp

Tip 2: Các điểm đánh dấu chênh lệch điện áp trong PSPICE cho TI:



Hình 7.4: Các điểm đánh dấu chênh lệch điện áp trong PSPICE cho TI:

7.1 Tính toán theo lí thuyết

Ghi chú:

Những giải thích, công thức và phương trình được mong đợi hơn là chỉ có kết quả.

Xấp xỉ: diodes có $V_f = 0,7$ (V)

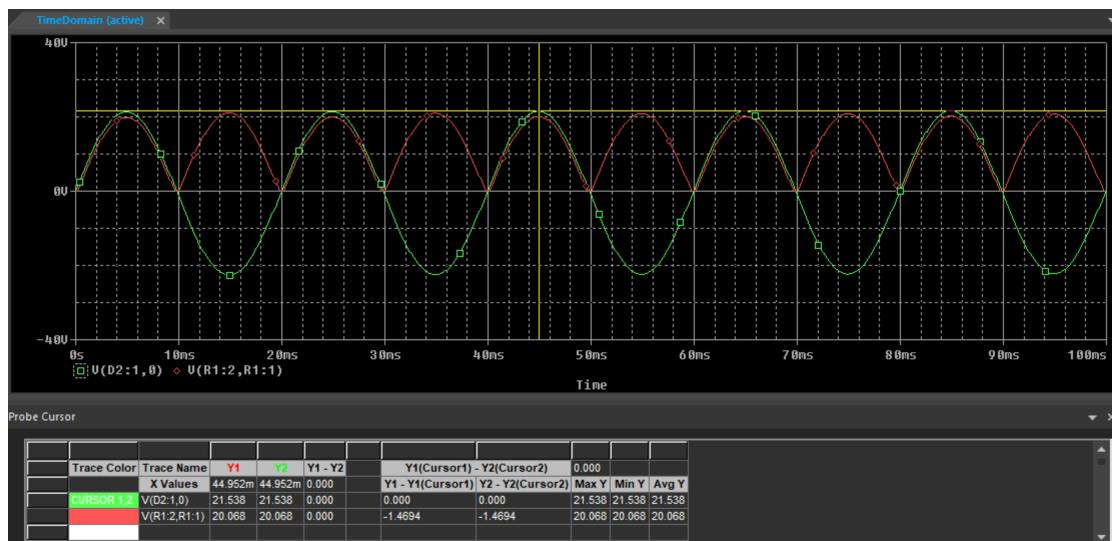
- $V_{AB} = \frac{N2}{N1} \cdot V_1 = 0,1.220 = 22$ (V)
- $V_{AB} - V_{D2} - V_{CD} - V_{D3} = 0$ hoặc $V_{AB} - V_{D1} - V_{CD} - V_{D4} = 0$ (KVL)
 $\rightarrow V_{CD} = V_{AB} - 2.0,7 = 20,6$ (V)

7.2 Mô phỏng

Dạng sóng hình sin của hiệu điện thế V_{AB} có chu kỳ $T = 20$ (ms) Nếu chúng ta muốn thực hiện phân tích nhất thời trong 10 chu kỳ của dạng sóng V_{AB} thì thời gian cần thiết sẽ là: 200 (ms)
Nếu chúng ta muốn tốc độ lấy mẫu cao gấp 10 lần tần số của sóng hình sin chênh lệch điện áp V_{AB} , khoảng thời gian giữa hai thời điểm lấy mẫu liên tiếp nên là: 2 (ms)

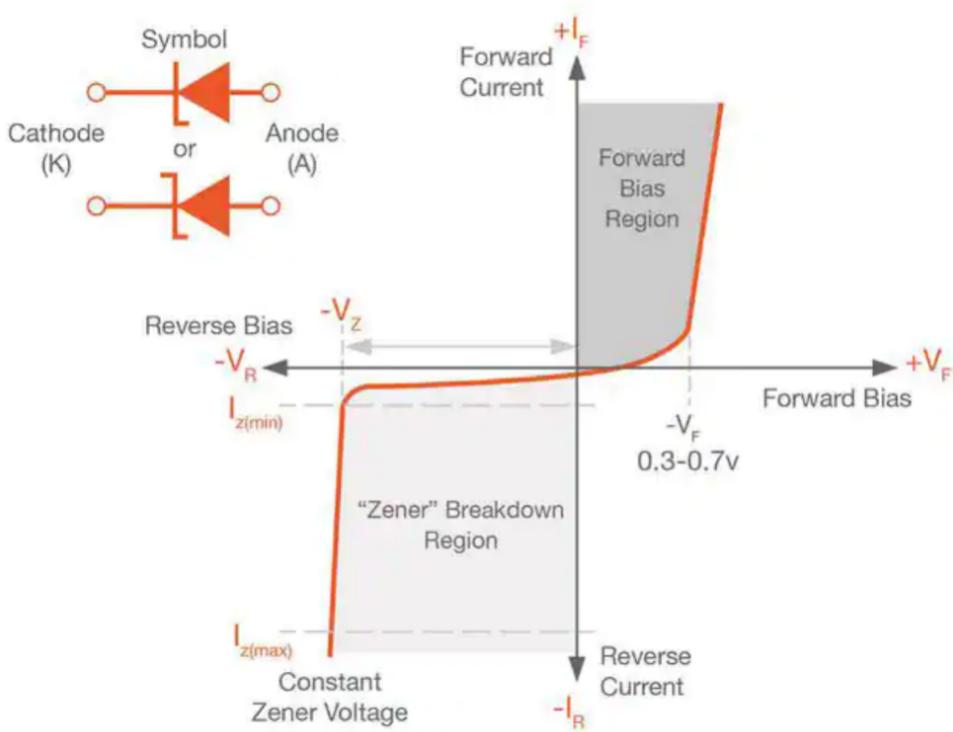
Bây giờ, hãy tạo một hồ sơ mô phỏng như hướng dẫn trong **Bài tập 3.6** và thực hiện mô phỏng của bạn để kiểm tra nó!

Kết quả mô phỏng: Hiển thị cả V_{AB} và V_{CD} trong một cửa sổ đồ thị để minh họa mối quan hệ giữa họ. Đừng quên sử dụng con trỏ để chứng minh rằng phương trình bạn đã viết là chính xác.



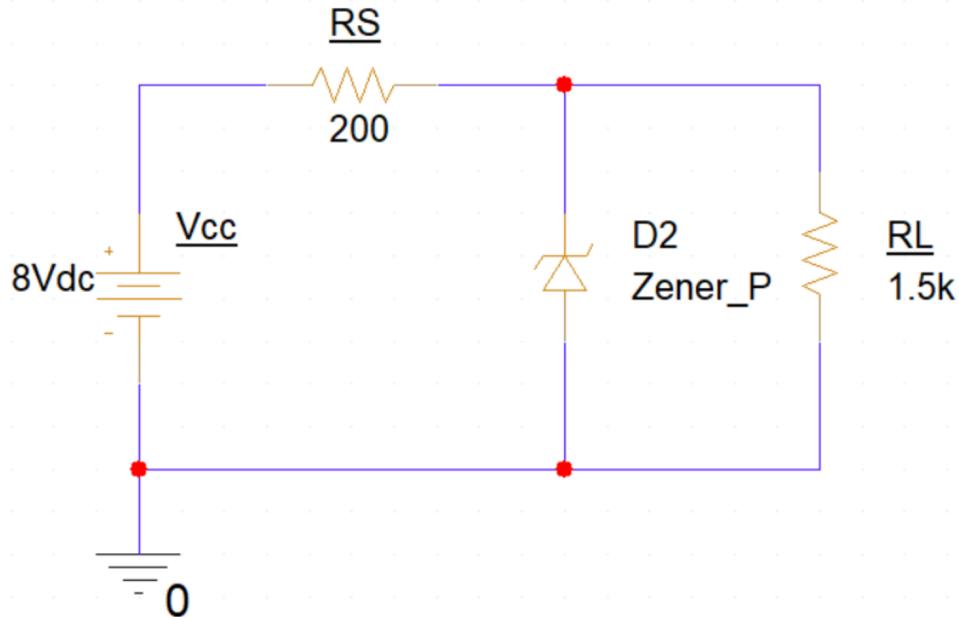
8 Zener Diode as a Regulator

Zener diode có một điện áp đánh thủng ngược được xác định rõ ràng, tại đó nó bắt đầu dẫn điện và tiếp tục hoạt động liên tục trong chế độ phân cực nghịch mà không bị hỏng. Ngoài ra, điện áp rơi qua diode vẫn giữ nguyên trong một phạm vi rộng của các mức điện áp, đặc điểm này khiến diode Zener phù hợp để sử dụng trong các bộ chỉnh áp.



Hình 8.1: Đặc tính điện của Zener diode

Trong bài tập này, một Zener diode được dùng để tạo một mạch chỉnh áp có sơ đồ nguyên lý như sau:



Hình 8.2: Mạch chỉnh áp sử dụng Zener diode

Đoạn này giữ nguyên văn tiếng Anh để dễ thao tác trên PSpice:

The Zener component in the circuit can be found in the Favourites list by searching the keyword **Zener**. The full name of the component used in the circuit above is **Zener_P - Zener Diode (parameterized)**. The default Zener voltage of this component is $V_Z = 5V$. However, this value can be changed in the properties of the component (right click and select Edit Properties) for other simulations.

8.1 Thành lập công thức tính cho các đại lượng

- $I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L}$ (dựa vào $R_L//Z$)
- $I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{V_{cc}-V_Z}{R_S}$ (dựa vào KVL: $V_{cc} = V_S + V_Z$)
- $I_Z = I_S - I_L$ (dựa vào KCL $I_S = I_Z + I_L$)
- $P_{RS} = V_S \cdot I_S = (V_{cc} - V_Z) \cdot I_S$
- $P_Z = V_Z \cdot I_Z$

8.2 Tính toán các đại lượng trên trong 2 trường hợp

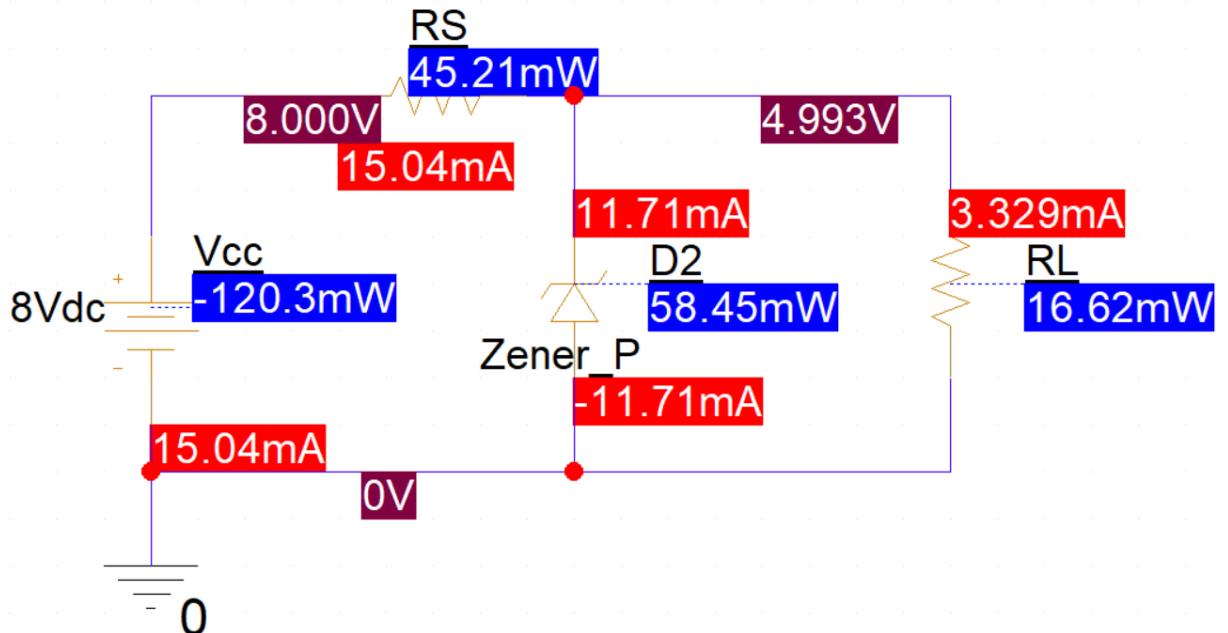
8.2.1 Khi nguồn cấp là 8V

- $I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{5V}{1.5k\Omega} = 3.33mA$
- $I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{V_{cc}-V_Z}{R_S} = \frac{8V-5V}{200\Omega} = 15mA$
- $I_Z = I_S - I_L = 15mA - 3.33mA = 11.67mA$
- $P_{RS} = V_S \cdot I_S = (V_{cc} - V_Z) \cdot I_S = (8V - 5V) \cdot 15mA = 45mW$
- $P_Z = V_Z \cdot I_Z = 5V \cdot 11.67mA = 58.35mW$

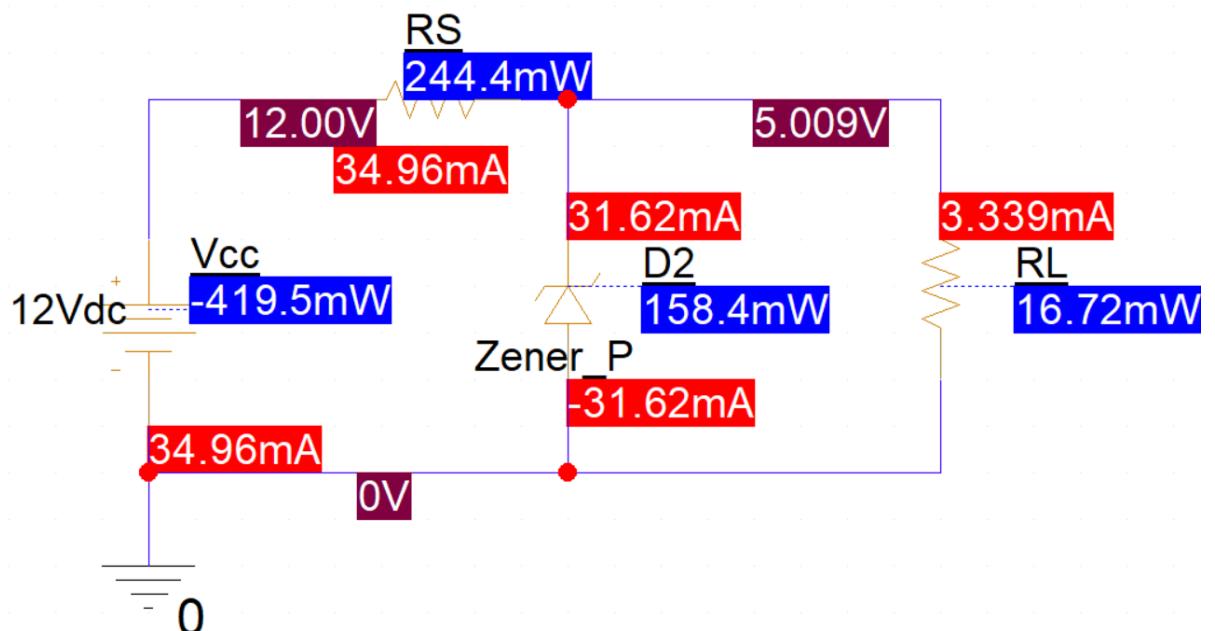
8.2.2 Khi nguồn cấp là 12V

- $I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{5V}{1.5k\Omega} = 3.33mA$
- $I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{V_{cc}-V_Z}{R_S} = \frac{12V-5V}{200\Omega} = 35mA$
- $I_Z = I_S - I_L = 35mA - 3.33mA = 31.67mA$
- $P_{RS} = V_S \cdot I_S = (V_{cc} - V_Z) \cdot I_S = (12V - 5V) \cdot 35mA = 245mW$
- $P_Z = V_Z \cdot I_Z = 5V \cdot 31.67mA = 158.35mW$

8.3 Mô phỏng trên PSpice



Hình 8.3: Mạch chỉnh áp với nguồn 8V



Hình 8.4: Mạch chỉnh áp với nguồn 12V

8.4 So sánh kết quả tính toán và mô phỏng

Bảng dưới đây là bảng tổng hợp các số liệu dựa trên tính toán lý thuyết và mô phỏng.

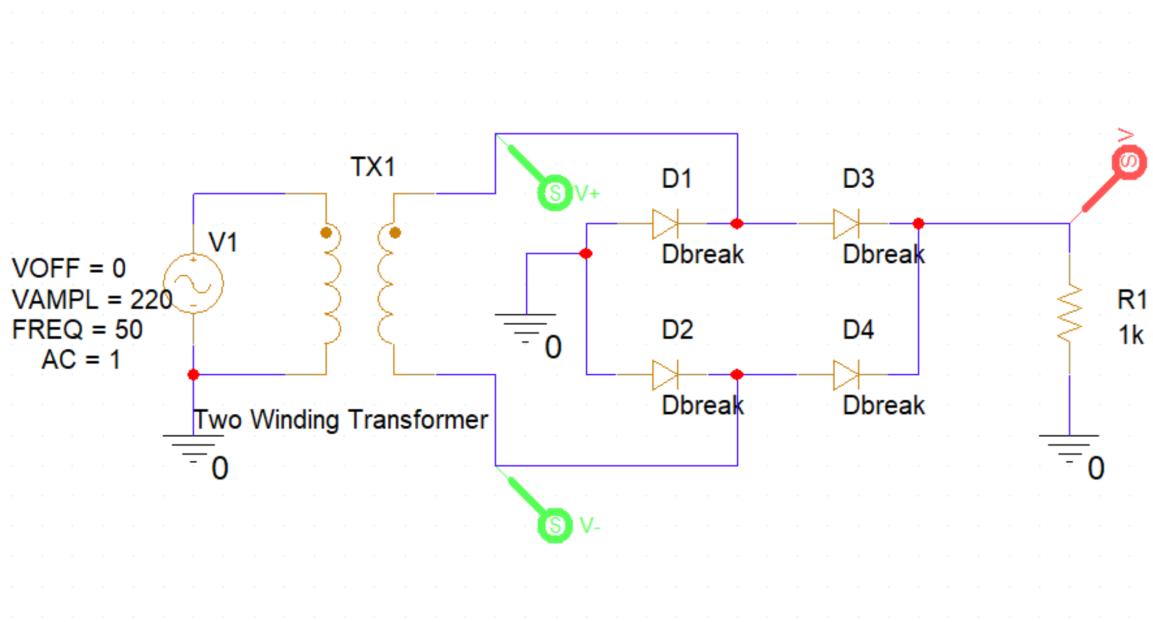
	Tính toán theo lý thuyết						Mô phỏng PSpice					
	I_S	I_L	I_Z	V_L	P_{RS}	P_Z	I_S	I_L	I_Z	V_L	P_{RS}	P_Z
$V_{cc} = 8V$	15 mA	3.33 mA	11.67 mA	5 V	45 mW	58.35 mW	15.04 mA	3.329 mA	11.71 mA	4.993 V	45.21 mW	58.45 mW
$V_{cc} = 12V$	35 mA	3.33 mA	31.67 mA	5 V	245 mW	158.35 mW	34.96 mA	3.339 mA	31.62 mA	5.009 V	244.4 mW	158.4 mW

9 AC/DC Power Circuit Application

Trong bài tập này, chúng ta đang xây dựng từng bước chuyển đổi nguồn điện áp AC sang DC mạch. Học sinh thực hiện mô phỏng miền thời gian và viết ra các nhận xét cũng như giải thích cho từng bước.

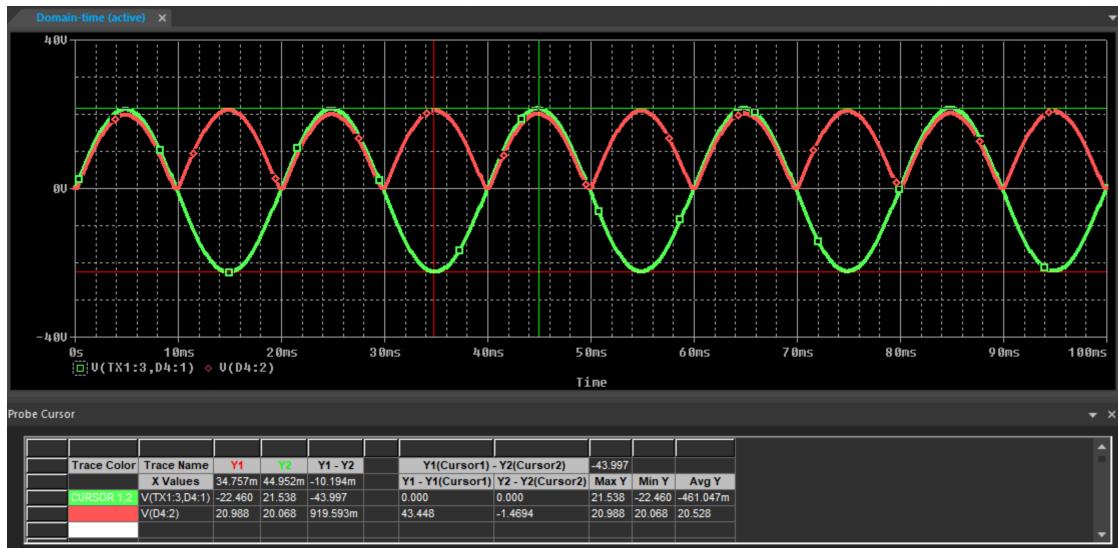
Tip: Để đặt một tụ điện, hãy đi tới **Place > PSpice Component > Capacitor**

- **Step 1:** Điện áp được chỉnh lưu mà không cần lọc hoặc điều chỉnh.



Hình 9.1: Điện áp được chỉnh lưu mà không cần lọc hoặc điều chỉnh

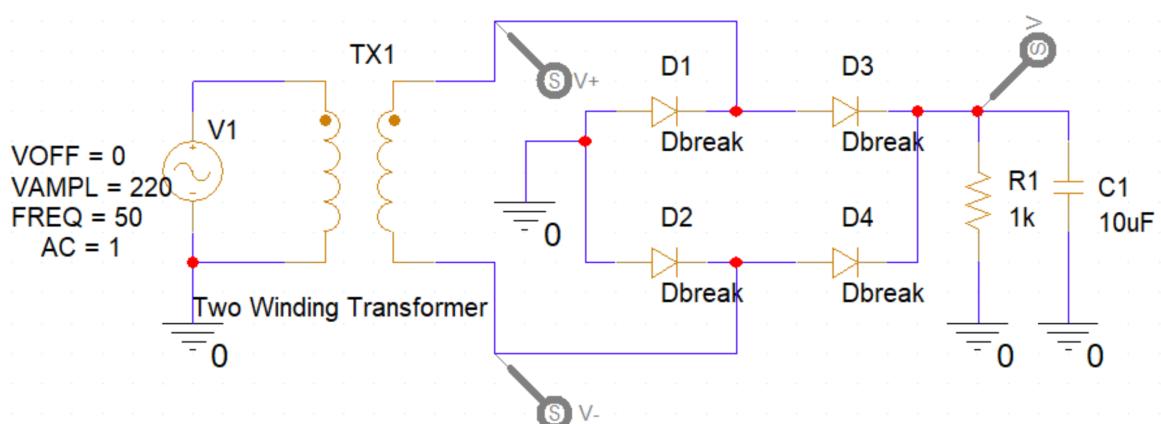
Kết quả mô phỏng:



Hình 9.2: Kết quả mô phỏng của mạch trong hình 9.1

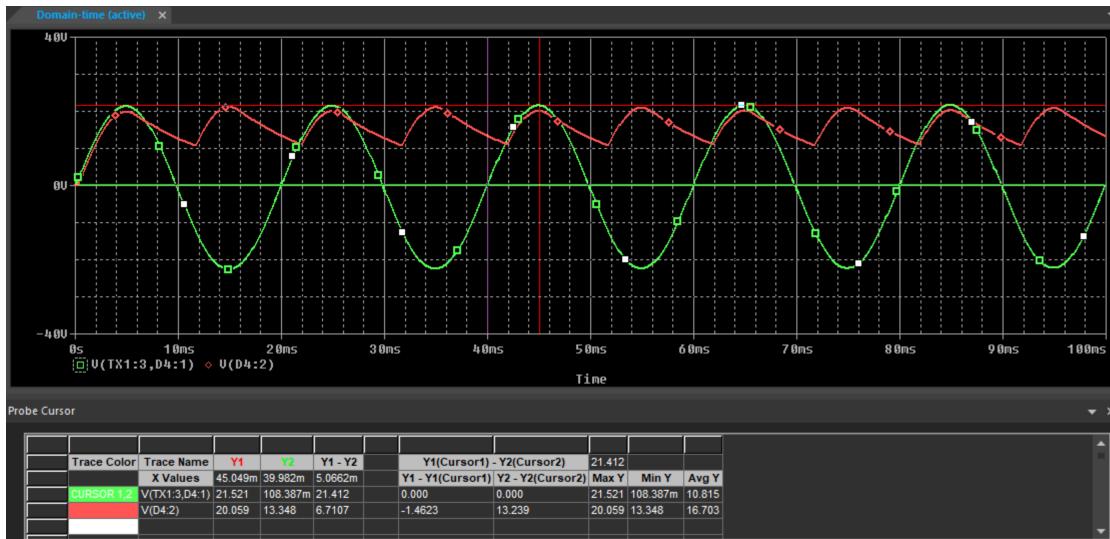
Nhận xét và giải thích: Đồ thị của V_{DC} qua điện trở (màu đỏ) chưa ổn định do sự chuyển pha theo chu kỳ (đồ thị hình sin trong hình)

- **Step 2:** Điện áp chỉnh lưu được điều chỉnh bằng tụ điện 10 μ F.



Hình 9.3: Chính lưu điện áp được điều chỉnh bằng tụ điện

Kết quả mô phỏng:



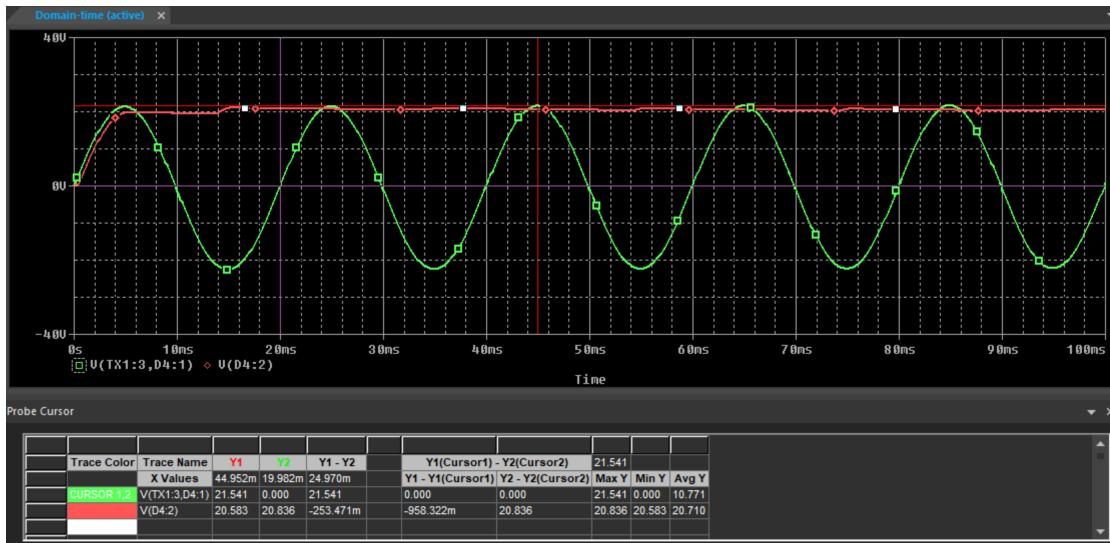
Hình 9.4: Kết quả mô phỏng của mạch trong hình 9.3

Nhận xét và giải thích: Ta có thể thấy rõ sự khác biệt giữa biểu đồ này và biểu đồ trước đó của đồ thị V qua điện trở (màu đỏ) ổn định hơn một chút do quá trình nạp và xả của tụ điện 10 uF. Tại mỗi thời điểm điện áp qua điện trở thấp, tụ điện sẽ phóng năng lượng điện vào mạch. Ngược lại khi điện áp đủ lớn tụ điện sẽ nạp lại điện. Điều này làm cho dòng điện qua điện trở ổn định hơn.

- **Step 3:** Thay thế tụ điện $10\mu F$ bằng tụ điện $680\mu F$ và chạy lại mô phỏng, nhận biết sự thay đổi kết quả và giải thích.



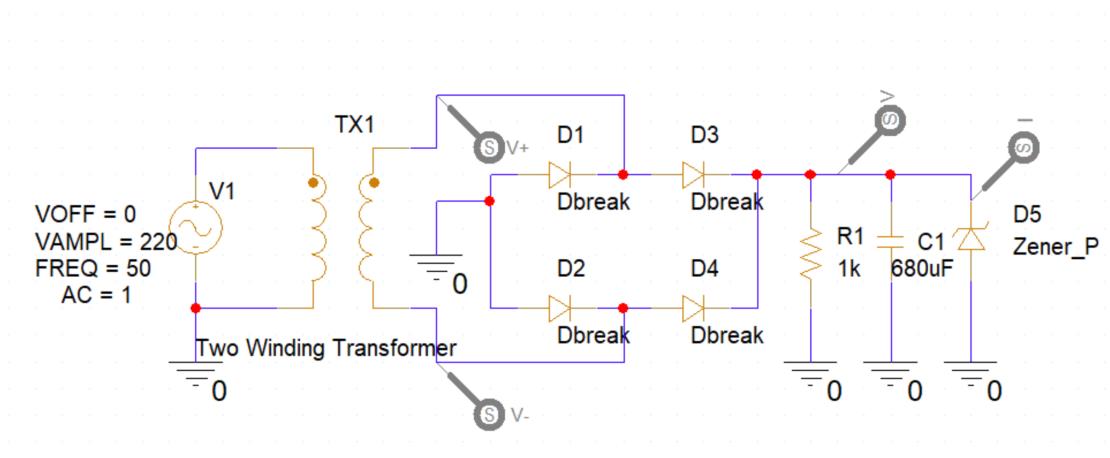
Kết quả mô phỏng:



Hình 9.5: Kết quả mô phỏng khi thay giá trị của tụ điện $10\mu F$ thành $680\mu F$

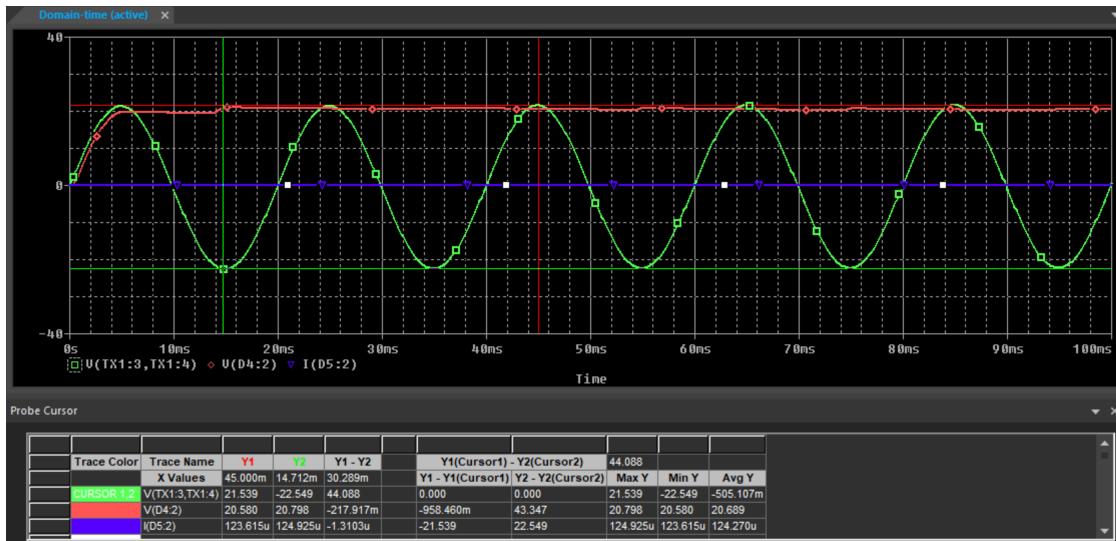
Nhận xét và giải thích: Khi thay giá trị của tụ điện $10\mu F$ thành $680\mu F$, ta thấy đồ thị điện áp qua điện trở (màu đỏ) gần như không thay đổi từ chu kì thứ 2 trở đi. Điều này do tụ điện tích điện lớn hơn nên cung cấp điện áp lớn hơn cho mạch.

- Step 4:** Thêm một diode zener như trong Hình 9.6 với các *zener voltage* properties set được đặt thành 22 volt sau đó mô phỏng mạch và nhận xét hoặc giải thích kết quả.



Hình 9.6: Chính lưu điện áp bằng tụ điện và diode zener

Kết quả mô phỏng:

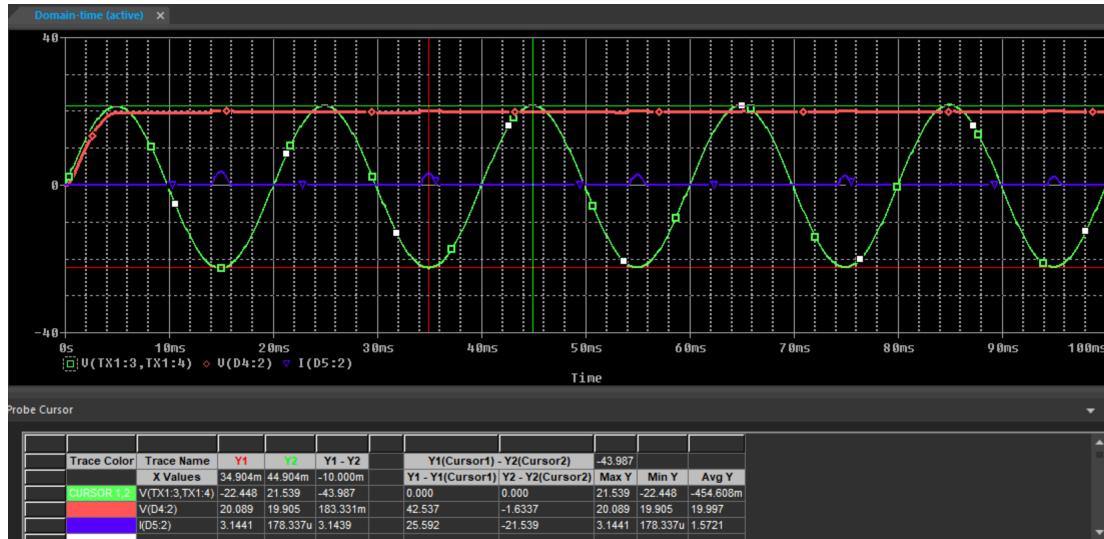


Hình 9.7: Kết quả mô phỏng của hình 9.6

Nhận xét và giải thích: Theo như đồ thị trên, dòng điện đi qua diode zener là 0 V. Điều này có thể được giải thích là do điện áp cao nhất tại R1 là 20,798 (V) trong khi ta đã đặt dòng điện mà diode zener bắt đầu hoạt động là 22 (V). Do vậy mà diode zener không thể hoạt động được.

- **Step 5:** Thay đổi *zener voltage* properties set của diode zener thành điện áp 20 và sau đó chạy lại mô phỏng. Nhận xét và giải thích mọi thay đổi trong kết quả.

Kết quả mô phỏng:

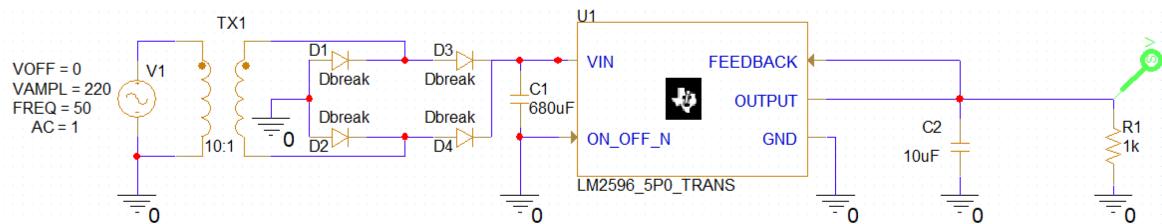


Hình 9.8: Kết quả mô phỏng khi thay giá trị zener voltage của diode zener từ 22V thành 20V

Nhận xét và giải thích: Bởi vì ta đã chuyển dòng điện mà diode zener bắt đầu hoạt động là 20 (V), nên ngay khi điện áp tại R lớn hơn 20 V diode zener bắt đầu hoạt động. Điều này làm cho đồ thị điện áp tại điện trở R1 (màu đỏ) trở nên ổn định hơn nhưng vẫn còn một chút thay đổi nhỏ.

10 AC/DC Power Circuit Application With LM2596_5P0_TRANS

Hình 10.1 mô tả mạch cấp nguồn chuyển mạch LM2596 - 5.0 của Texas Instrument chưa hoàn chỉnh. Nó thiếu bộ điều chỉnh điện áp diode Zener và cuộn cảm giảm điện áp biến thế. Đầu tiên, hãy thực hiện mô phỏng miền thời gian (tạm thời) với phần này chưa hoàn chỉnh. Mạch và tìm ra vấn đề với điện áp đầu ra (điểm đánh dấu điện áp ở R1).

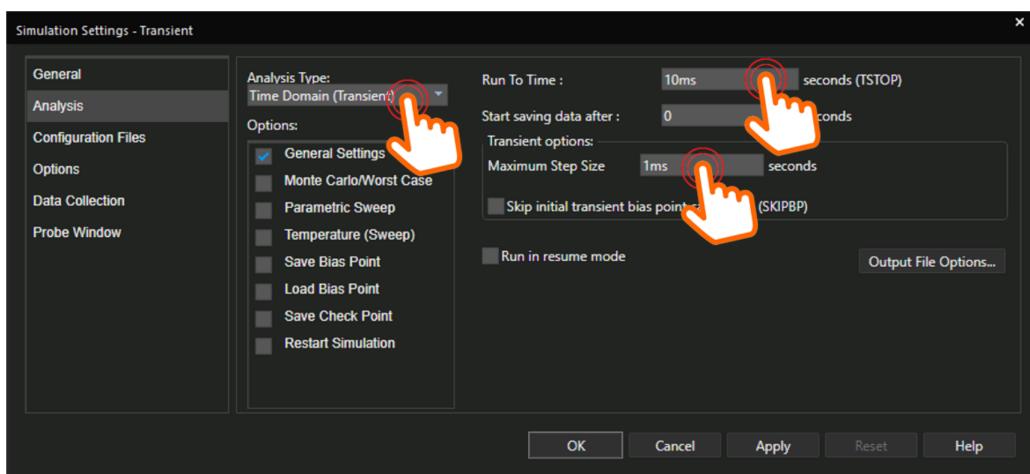


Hình 10.1: Mạch cấp nguồn chuyển mạch không hoàn chỉnh

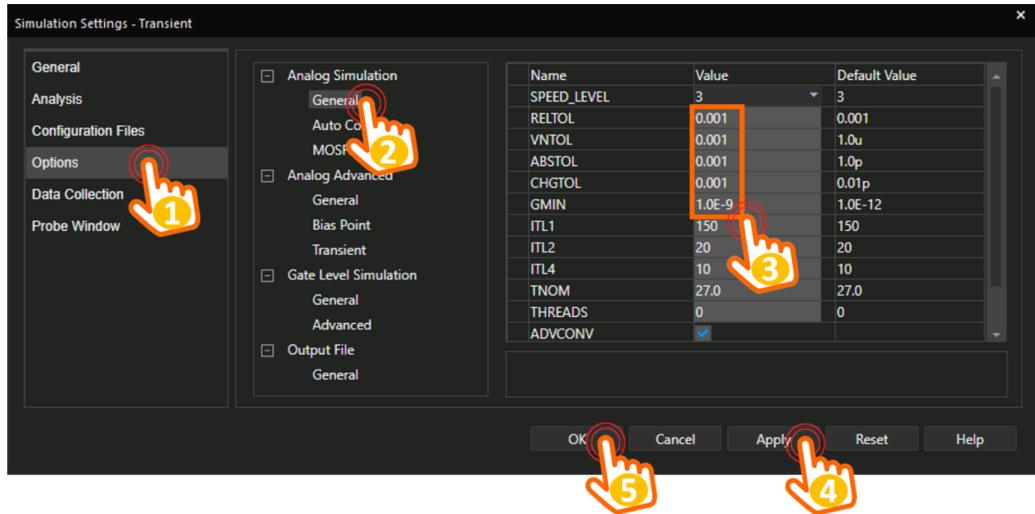
Tip:

Để đặt bộ nguồn chuyển mạch IC LM2596 - 5.0, hãy vào **Place > PSpice Component... > Search...** sau đó tìm kiếm LM2596_5P0_TRANS.

Nhưng trước khi bạn có thể thực hiện mô phỏng và phân tích nhất thời với mạch này, chúng ta sẽ cần chú ý một số cài đặt nhỏ trên profile mô phỏng.

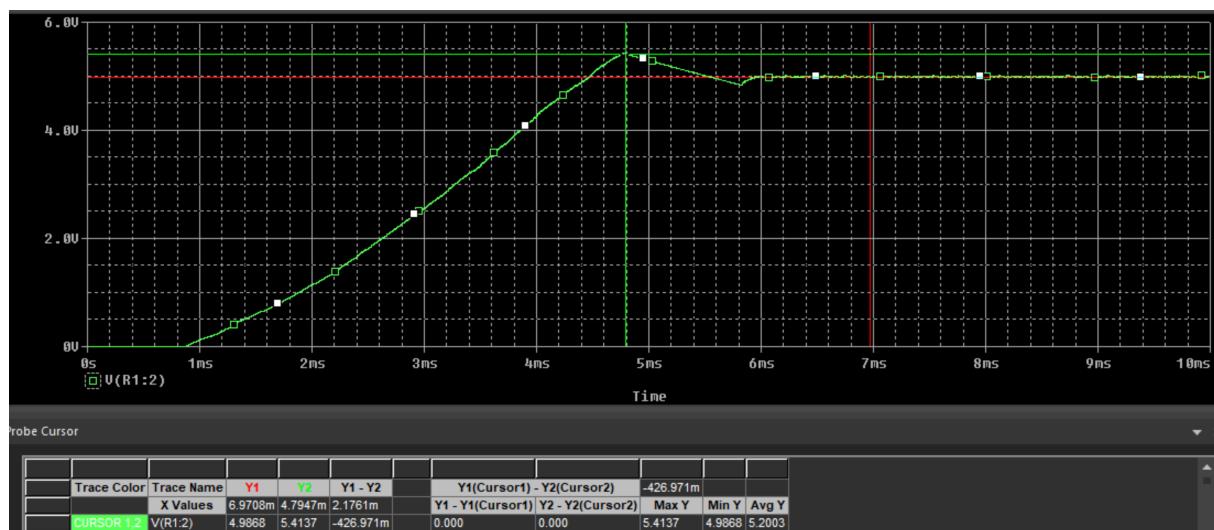


Hình 10.2: Đặt thời lượng mô phỏng nhất thời



Hình 10.3: Đặt độ chính xác tính toán nhất thời

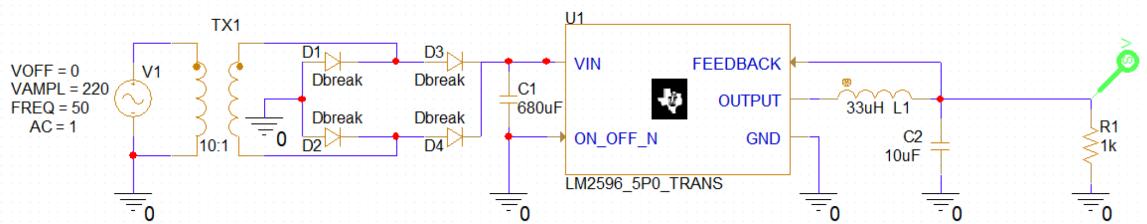
Kết quả mô phỏng:



Hình 10.4: Kết quả mô phỏng của mạch trên

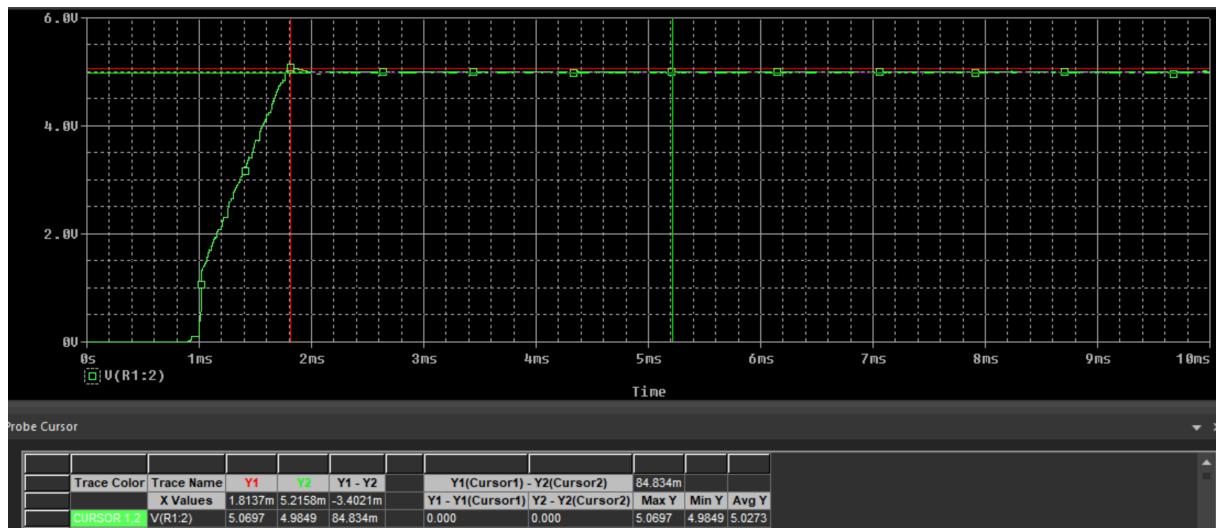
Nhận xét và giải thích: Đồ thị điện áp qua điện trở tăng nhanh trong khoảng 4ms đầu, sau đó giảm một chút rồi ổn định ở mức 5 (V) nhưng vẫn còn thay đổi một chút với sai số khoảng 0,03 (V).

Tiếp theo, thêm một cuộn cảm $33\mu\text{H}$ vào mạch như trong Hình 10.5, sau đó chạy lại mô phỏng và giải thích mọi cải tiến.



Hình 10.5: Một cuộn cảm $33\mu\text{H}$ được thêm vào mạch

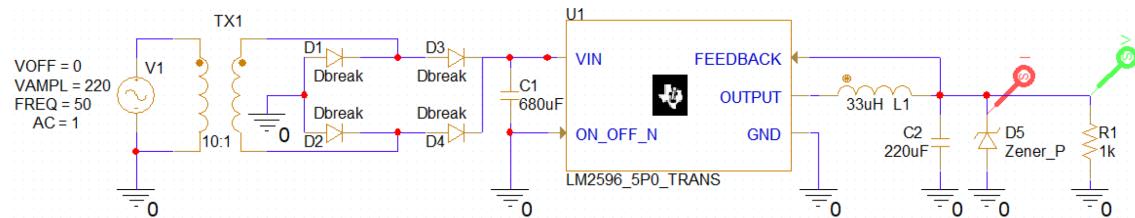
Kết quả mô phỏng:



Hình 10.6: Kết quả mô phỏng của mạch trên

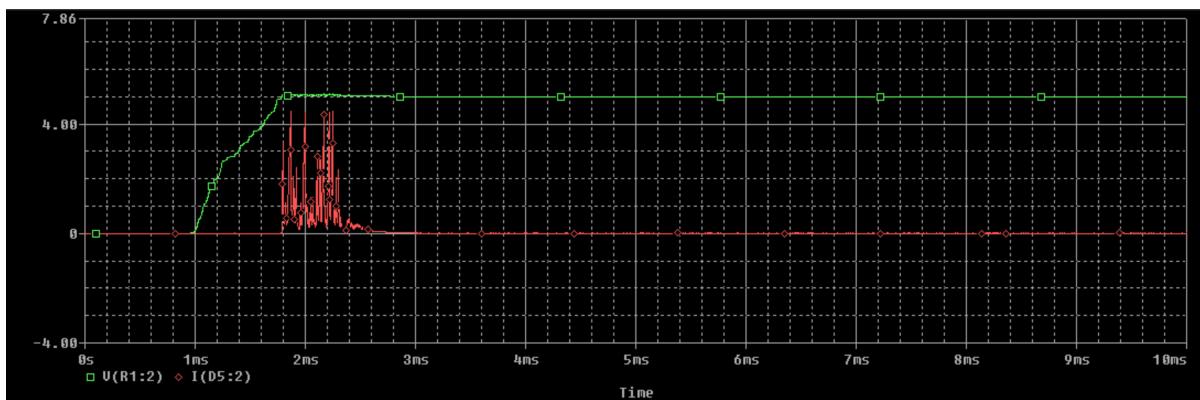
Nhận xét và giải thích: Đồ thị điện áp qua điện trở gần như không thay đổi trong 1ms đầu tiên, rồi tăng nhanh trong 1ms kế rồi ổn định ở mức điện áp 5 (V) nhưng còn chút gợn nhẹ với độ lệch khoảng 0,01 (V). Việc thêm cuộn cảm đã giúp cho mạch tăng điện áp nhanh hơn trong 2ms đầu và giúp cho điện áp ổn định hơn.

Tiếp tục, thêm một diode Zener 5V vào mạch như hình 10.6, thay đổi tụ điện thành $220\mu F$, thêm điểm đánh dấu dòng điện vào diode Zener, chạy lại mô phỏng và giải thích vai trò của diode Zener trong mạch.



Hình 10.7: Một diode Zener 5V được thêm vào mạch

Kết quả mô phỏng:



Hình 10.8: Kết quả mô phỏng của mạch trên

Nhận xét và giải thích: Đồ thị điện áp qua điện trở đã trở nên trơn hơn và ổn định hơn trước. Điều này là do việc thêm diode zener. Khi điện áp tại điện trở vượt qua 5(V), diode zener bắt đầu hoạt động và chống nhiễu, giúp điện áp luôn ổn định ở mức dưới 5 (V) (các gợn sóng màu đỏ trong hình biểu thị dòng điện tại diode khi điện áp tại điện trở vượt quá 5(V)).