

Elektronika w eksperymencie fizycznym		Rok akademicki 2012-2013
Środa 14.15-17.00	Justyna Ilczuk Jacek Rosiński	Wykonane w dniu 17.04.2013
Ćwiczenie 8	Elementy i układy przełączające	Ocena:

## 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było poznanie parametrów przełączników elektrycznych oraz zasad działania elektronicznych układów przełączających.

## 2 Użyty sprzęt i układy pomiarowe

Hardware:

- komputer PC
- Elvis II+

Software:

- oprogramowanie od National Instruments do pomiarów na Elvisie

### 2.1 Układy pomiarowe

## 3 Wstęp teoretyczny

## 4 Opracowanie wyników

No więc, co nam wyszło?

### 4.1 Badanie diod jako przełączników

Na początku (w części pierwszej) badaliśmy układy przełączające z diodami, poniżej przedstawiamy zmierzone przebiegi dla częstotliwości 50 kHz.

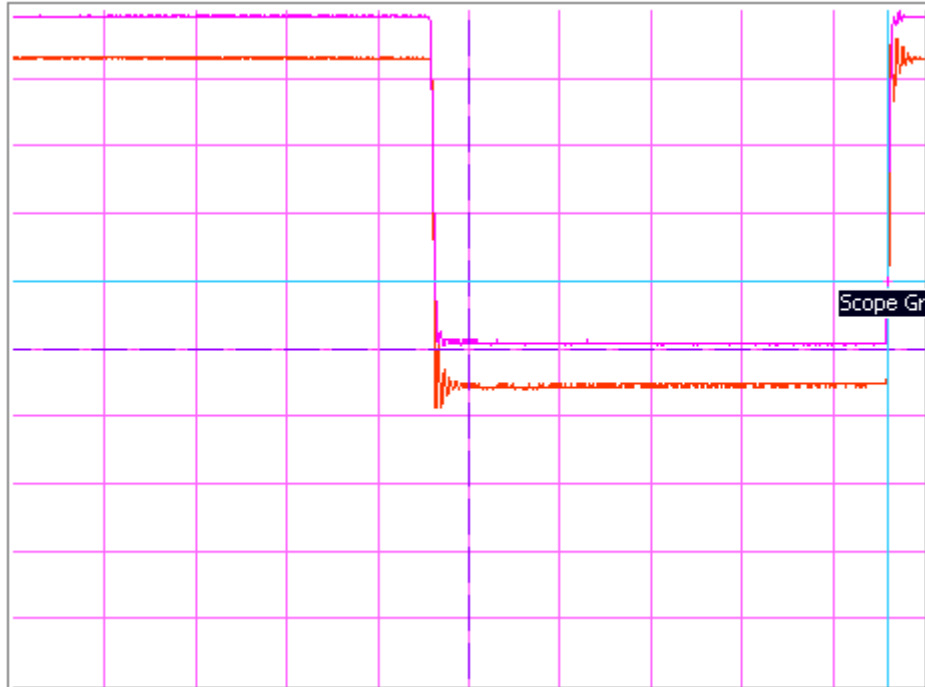
Na poniższych rysunkach 1 kratka pozioma oznacza  $2\mu s$ .

W podpisach rysunków używamy  $E_F$  i  $E_R$  oraz  $U_{max}$

$$U_{max} = E_F - E_R = 5V_{p-p}$$

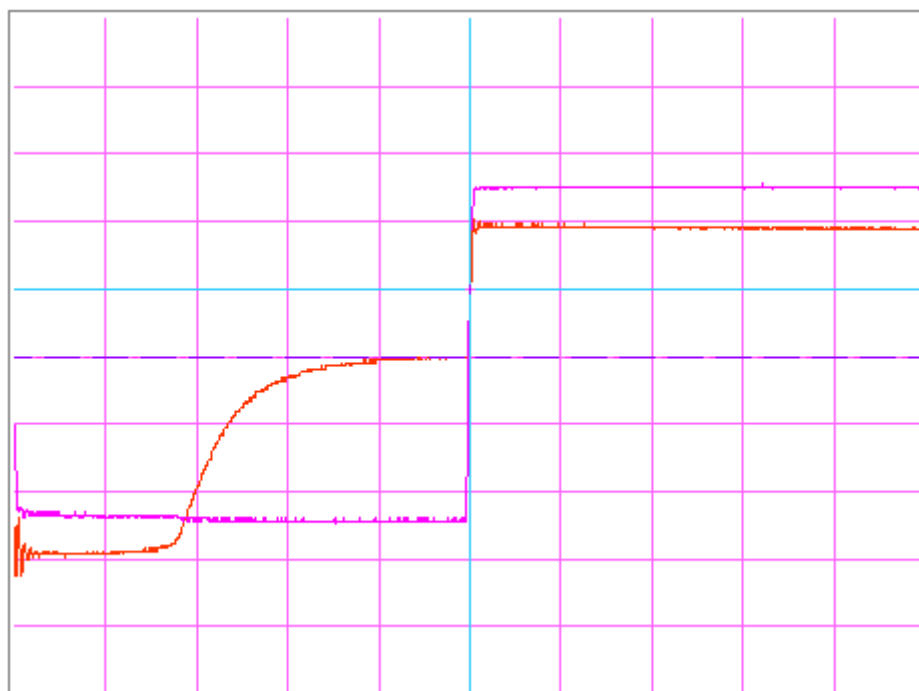
Żeby się nie powtarzać: przy pomiarze czasów występuje niepewność, wynikająca z odczytu pomiaru, którą szacujemy na 1/10 podziałki, co w praktyce oznacza w przełożeniu na używane przez nas jednostki, że niepewność ta dla każdego odczytu czasu wynosi  $0.2\mu s$ .

Dla diody prostowniczej:



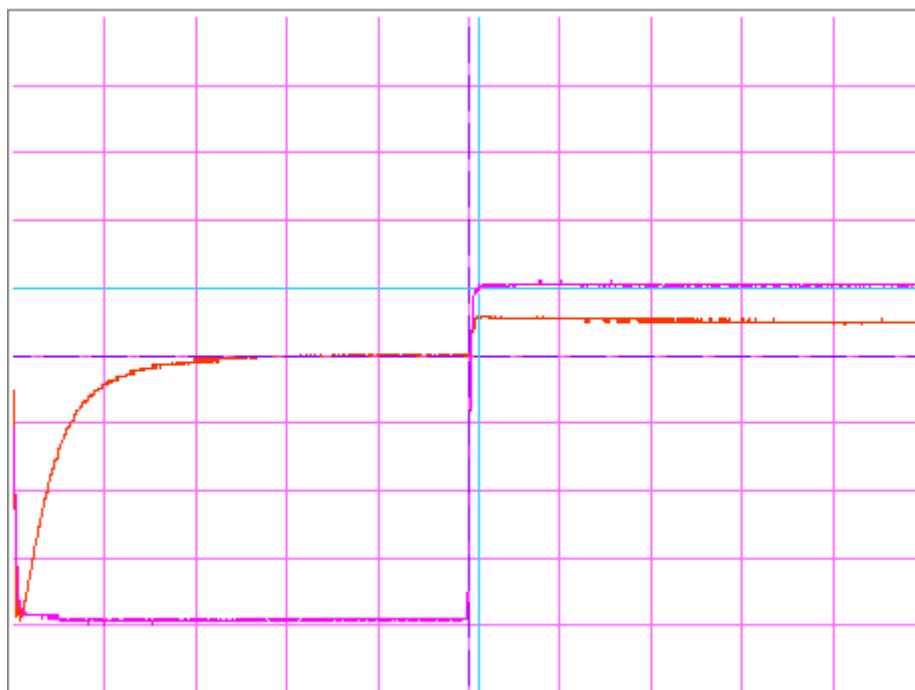
Rysunek 1:  $E_F = U_{max}$ ,  $E_R = 0V$

Dla tego przypadku  $t_{off}$  praktycznie można pominąć, bo nie sposób wyznaczyć go na podstawie przebiegu.

Rysunek 2:  $E_F = 0.5U_{max}$ ,  $E_R = -0.5U_{max}$ 

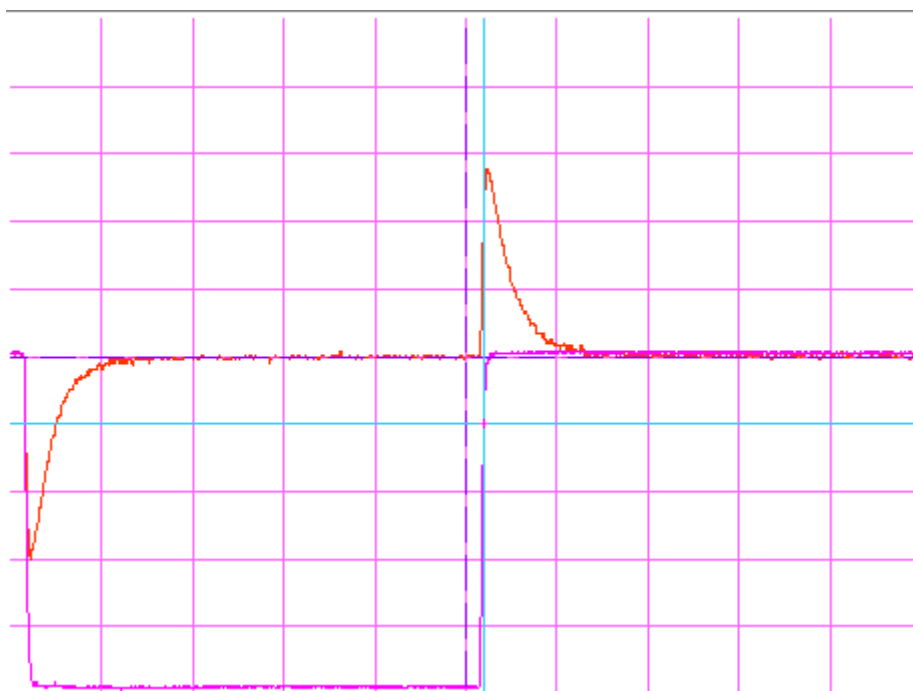
Gdy zmieniliśmy offset napięcia tak, że przełącznik był wyłączany napięciem - 2.5 V, sytuacja zdecydowanie się zmieniła i zaobserwowaliśmy następujące czasy wyłączania diody:

$$t_1 = 3.6\mu s, t_2 = 4.4\mu s, t_{off} = 8\mu s.$$

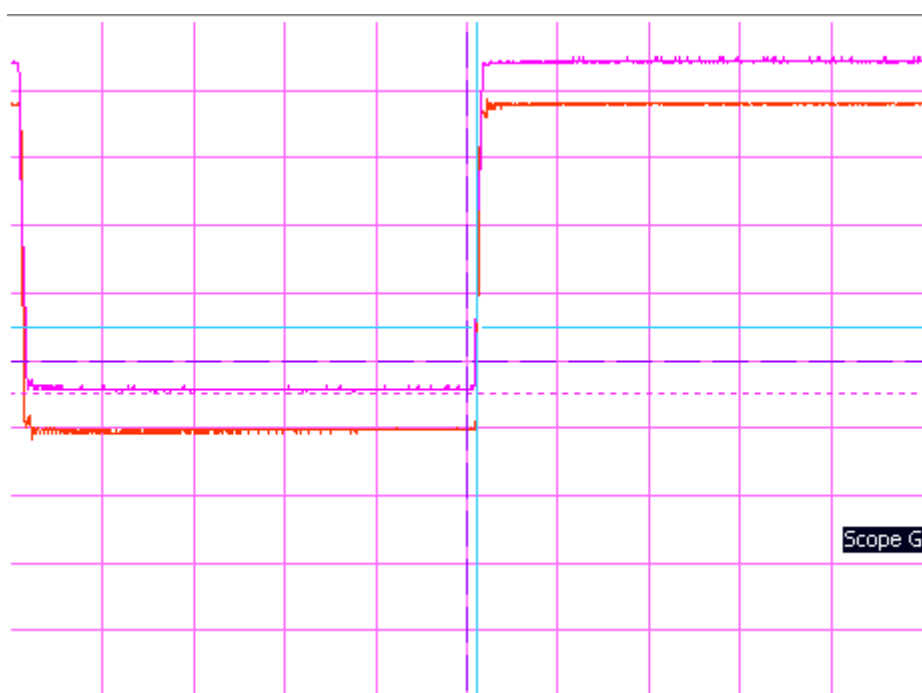
Rysunek 3:  $E_F = 1V$ ,  $E_R = -4V$ 

Dalej zmieniając offset, zauważamy, że charakterystyka przebiegu się zmienia i że  $t_1$ , traci kosztem  $t_2$ :

$$t_1 = 0\mu s, t_2 = 5\mu s, t_{off} = 5\mu s.$$

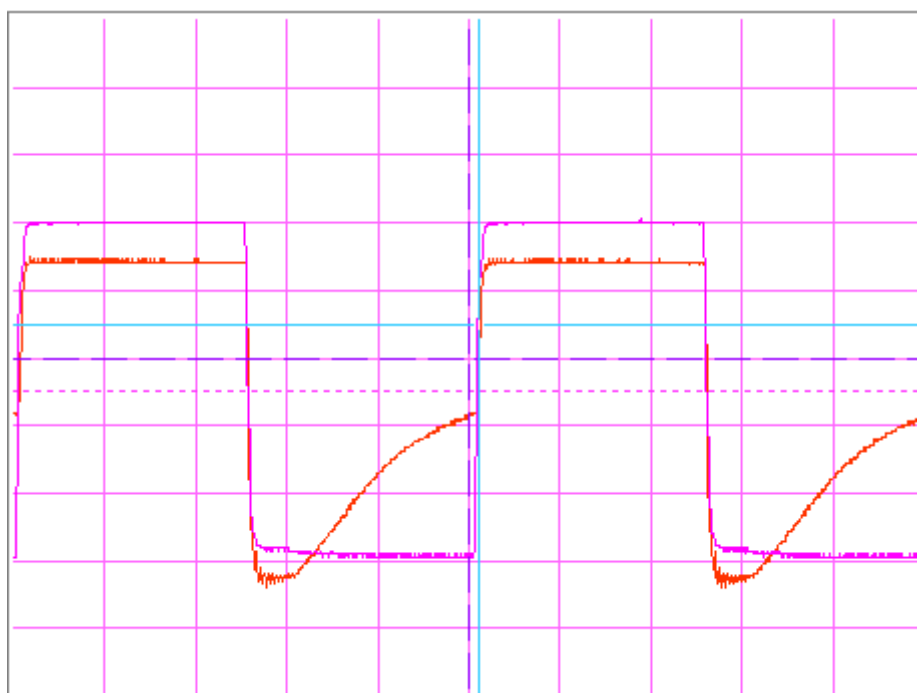
Rysunek 4:  $E_F = 1V$ ,  $E_R = -4V$ 

Dalej zmieniając offset, tak że napięcie sterujące jest mniejsze, równe 0V, obserwujemy, że dioda nie zachowuje się już jako przełącznik.

Rysunek 5:  $E_F = U_{max}$ ,  $E_R = 0V$  z dołączonym kondensatorem  $C_L = 360pF$

Ten układ różni się od pierwszego jedynie dołączonym kondensatorem  $C_L = 360pF$ . Nie dziwi zatem, że jego odpowiedź jest bardzo podobna do pierwszego układu, jeśli chodzi o różnice to, można zauważyć, że oscylacje na diodzie są mniejsze, ale poza tym jest praktycznie identycznie i czas wyłączenia diody jest podobnie mały, tak że nie ma sensu go mierzyć.

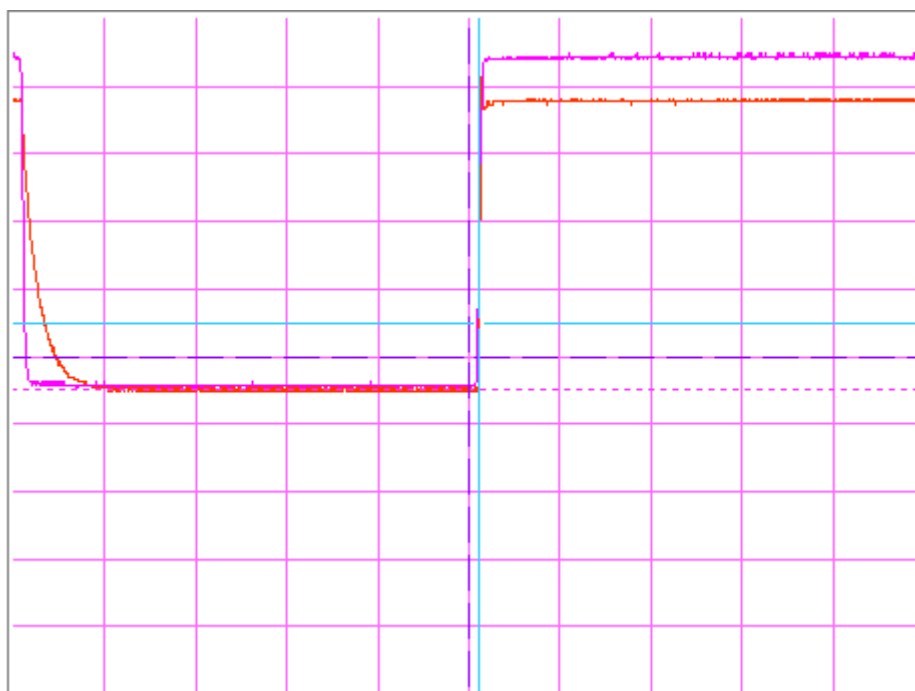
Wszystkie poprzednie pomiary były przeprowadzone dla częstotliwości 50 kHz. Naszym kolejnym zadaniem było oszacowanie najmniejszej częstotliwości, przy której dioda przestaje pracować jako przełącznik.



Rysunek 6:  $E_F = U_{max}$ ,  $E_R = 0V$  dla częstotliwości 99 kHz

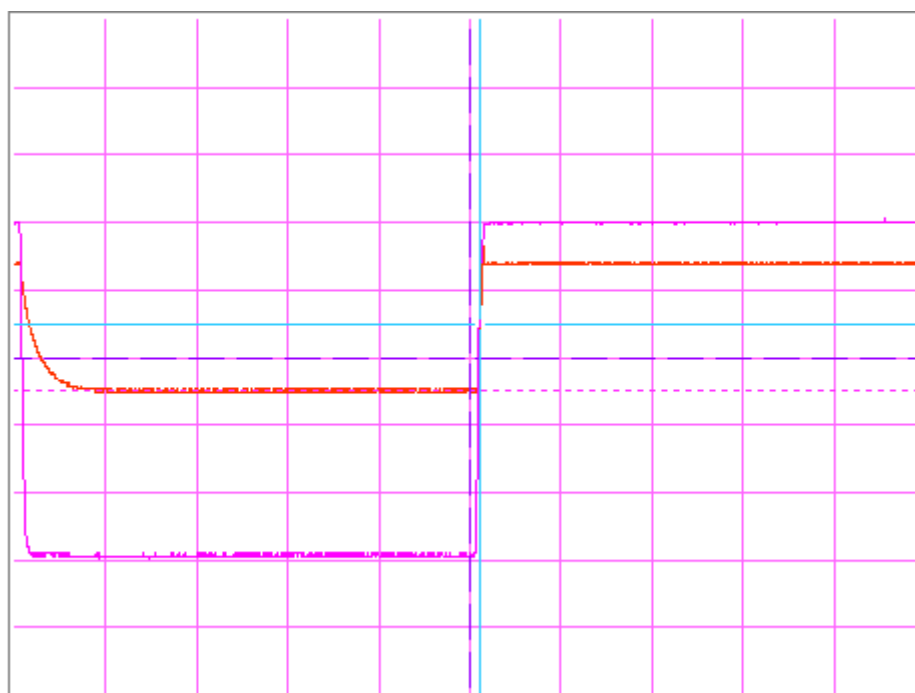
Powyższy przebieg wyraźnie wskazuje, że dioda nie pracuje tu już jako przełącznik ponieważ cały czas płynie przez nią prąd w dwie strony i nie ma chwili, kiedy prąd przez nią nie płynie, czyli ani przez chwilę nie jest naprawdę wyłączona.

**Analogiczne badania przeprowadziliśmy dla diody impulsowej.**

Rysunek 7:  $E_F = U_{max}$ ,  $E_R = 0V$ 

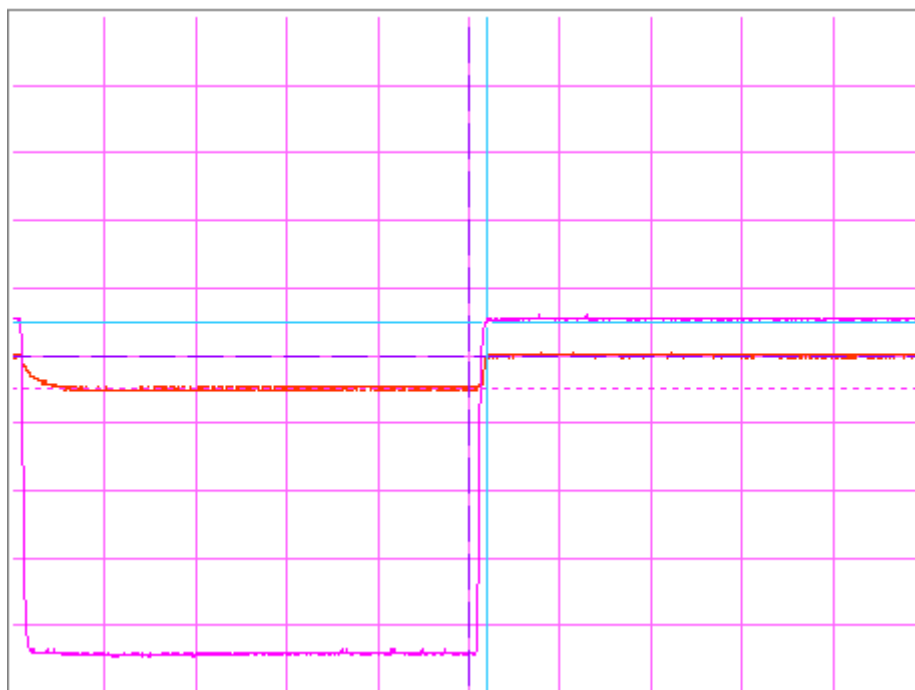
Dla tego przypadku  $t_{off}$  jest stosunkowo niewielki.

$$t_1 = 0\mu s, t_2 = 1.2\mu s, t_{off} = 1.2\mu s.$$

Rysunek 8:  $E_F = 0.5U_{max}$ ,  $E_R = -0.5U_{max}$

Gdy zmieniliśmy offset napięcia tak, że przełącznik był wyłączany napięciem - 2.5 V, czas wyłączenia diody praktycznie nie uległ zmianie:

$$t_1 = 0\mu s, t_2 = 1.2\mu s, t_{off} = 1.2\mu s.$$

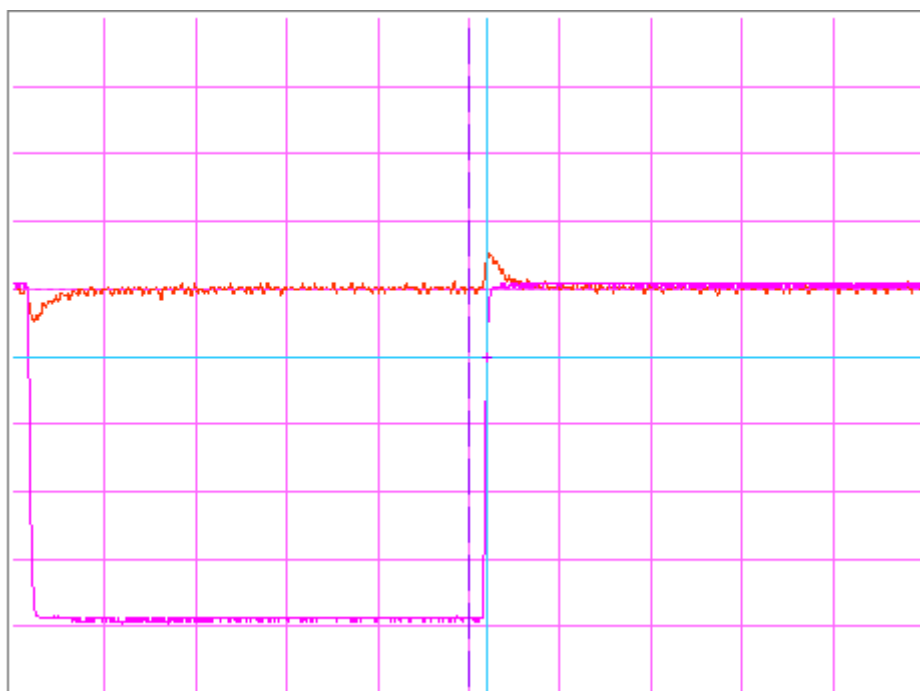


Rysunek 9:  $E_F = 1V$ ,  $E_R = -4V$

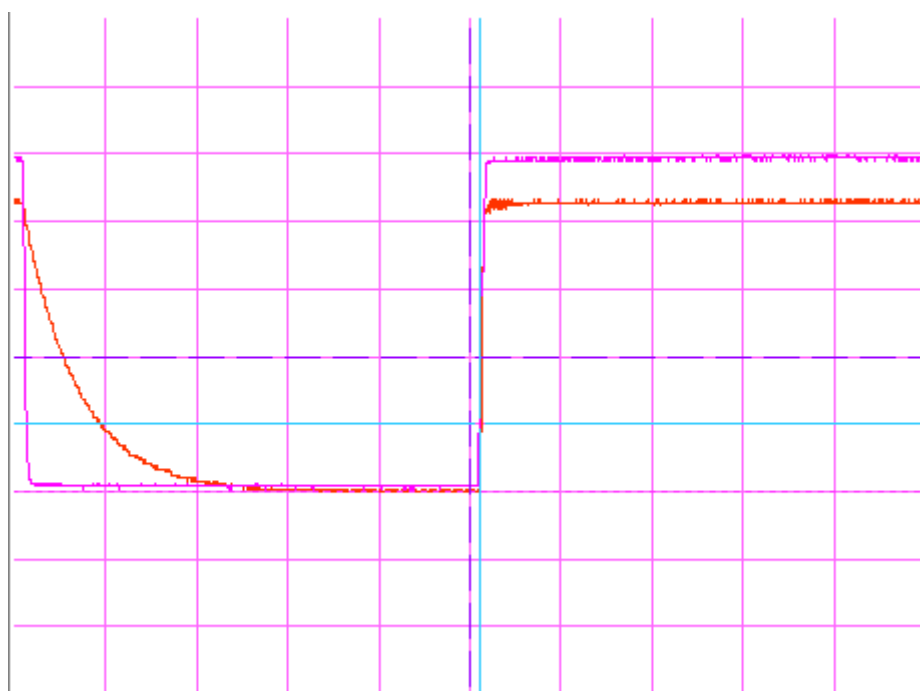
Dalej zmieniając offset, zauważamy, że zakres napięcia w którym przełącza dioda jest coraz mniejszy, czasy oszacowaliśmy następująco:

$$t_1 = 0\mu s, t_2 = 0.8\mu s, t_{off} = 0.8\mu s.$$



Rysunek 10:  $E_F = 1V$ ,  $E_R = -4V$ 

Dalej zmieniając offset, tak że napięcie sterujące jest mniejsze, równe 0V, obserwujemy, że dioda nie zachowuje się już jako przełącznik.

Rysunek 11:  $E_F = U_{max}$ ,  $E_R = 0V$  z dołączonym kondensatorem  $C_L = 360pF$

Ten układ różni się od pierwszego z diodą impulsową jedynie dołączonym kondensatorem  $C_L = 360pF$ . Jego odpowiedź jest bardzo podobna do pierwszego układu, ale czas  $t_2$  zauważalnie się zwiększył.

$$t_1 = 0\mu s, t_2 = 4\mu s, t_{off} = 4\mu s.$$

## 5 Dyskusja niepewności

Niepewności które wpływały na wyniki pochodziły głównie z odczytu danych „na oko (też linijką) z ekranu”. Dla charakterystyk opóznienia grupowego niepewności wyznaczone metodą różniczki zupełnej były największe dla najmniejszych częstotliwości, stąd otrzymano „grabie” w początkowych częściach wykresów. Z otrzymanych charakterystyk Bodego wynika również, że dla większych częstotliwości tak prymitywne układy są bardzo niestabilne.

## 6 Wnioski