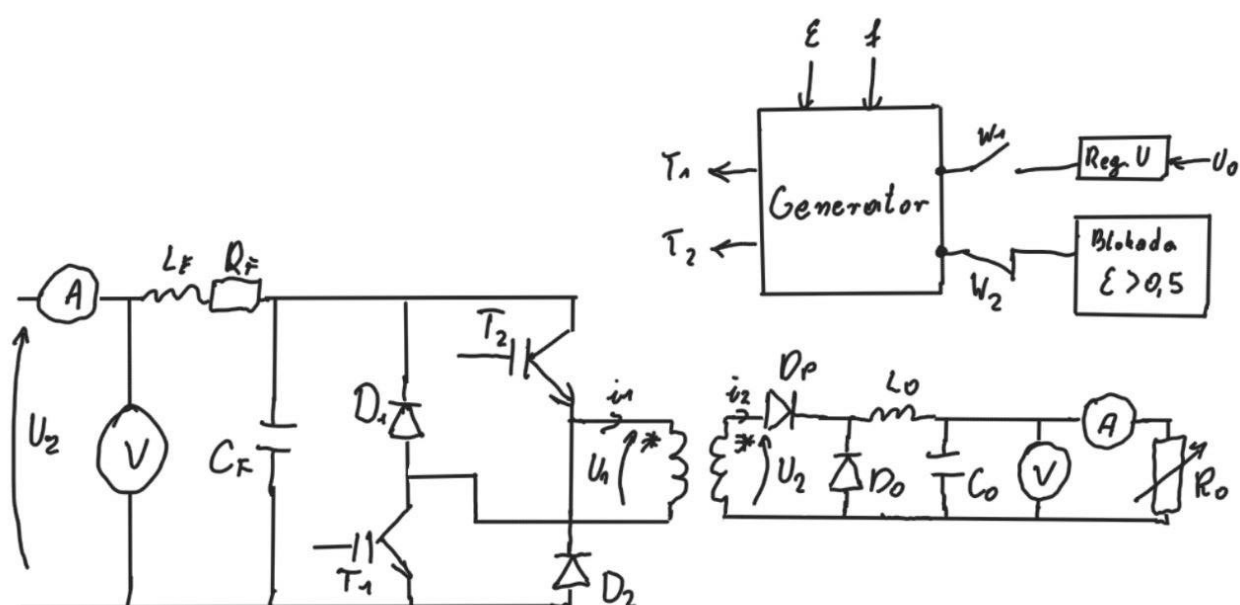
 Wydział: EAIIB	Imię i nazwisko: Jakub Cios		Rok: III
			Blok: B
			Grupa: 1
Data wykonania: 16.10.23	<b>LABORATORIUM ELEKTRONIKI PRZEMYSŁOWEJ</b> <b>Ćw. 1: Awaryjne stany pracy przetwornicy DC-DC</b>		
Zaliczenie:	Podpis prowadzącego:	Uwagi:	

### Schemat układu pomiarowego i opis zasady działania przetwornicy



**Zestawienie parametrów przetwornicy wykorzystywanej  
na stanowisku laboratoryjnym**

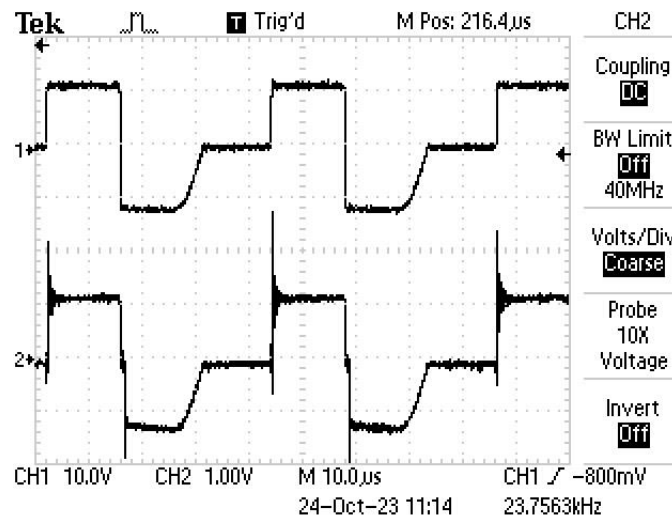
C0	10 mF/63 V
CF	470 $\mu$ F/500 V
D0, DP	HFA30PA60C
L0	50 $\mu$ H
LF	1,1 mH
RF	4,7 $\Omega$
T1, T2 D1, D2	PM20CSJ060 Mitsubishi
TR	z1 = 82, z2 = 12 rdzeń EDT 49/25/16 Philips

symbol	parametr	wartość maksymalna
$V_{CC}$	napięcie zasilania	450 V
$V_{CES}$	napięcie kolektor – emiter	600 V
$I_C$	prąd kolektora	20 A
$f_{PWM}$	częstotliwość PWM	20 kHz
		wartość typowa
$V_{CE(sat)}$	napięcie nasycenia kolektor – emiter	1,8 V
$V_{EC}$	napięcie przewodzenia diody	2,5 V
$t_{on}$	czas załączania	0,6 $\mu$ s
$t_{off}$	czas wyłączenia	1,5 $\mu$ s

symbol	parametr	wartość
$V_{RWM}$	napięcie powtarzalne wsteczne	600 V
$V_{F(IF)}$	napięcie w stanie przewodzenia	1,7 V
$I_F$	prąd ciągły	30 A
$t_{rr}$	czas wyłączenia	60 ns

## Zarejestrowane oscylogramy przebiegów

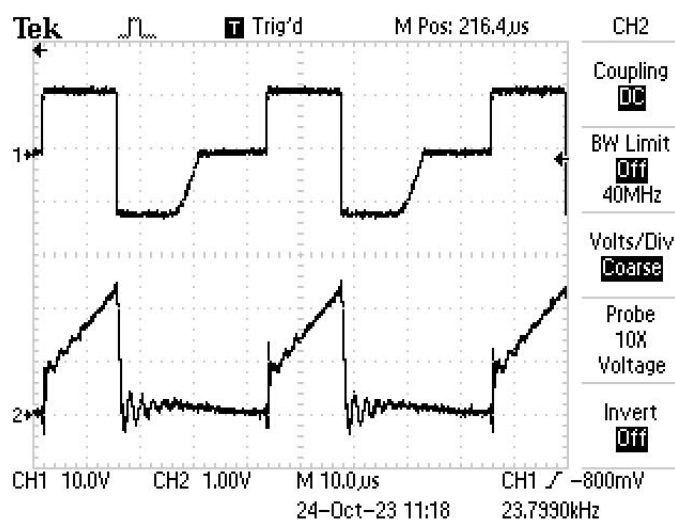
### Stan prawidłowej pracy



Grafika 1 Napięcie  $U_1$  oraz  $U_2$

podstawa czasu 10  $\mu$ s

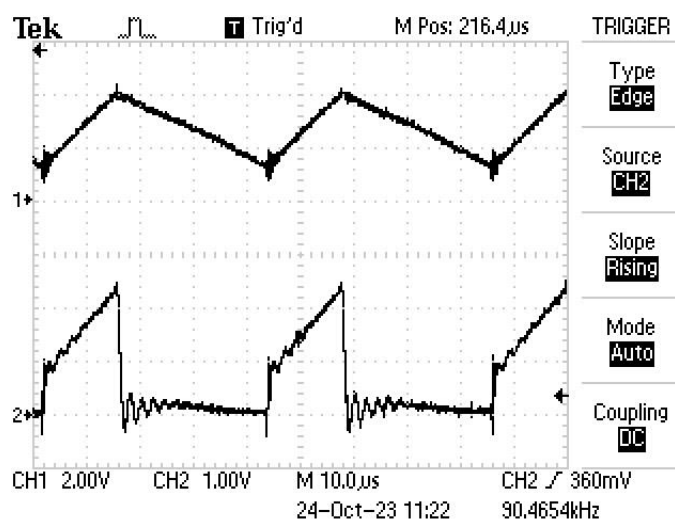
Na pierwszym kanale obserwujemy napięcie po stronie pierwotnej ( $U_1$ ) przy zasilaniu 200V. Wzmocnienie tego kanału wynosi 10V zatem możemy odczytać, iż wartość wynosi około 12V (około 20 razy mniej niż napięcie zasilania) podczas załączenia transformatorów oraz -12V po wyłączeniu transformatorów, dopóki nie uwolni się cała zgromadzona w cewkach energia elektromagnetyczna. Na drugim kanale obserwujemy napięcie po stronie wtórnej, którego przebieg odpowiada napięciu po stronie pierwotnej lecz z mniejszymi wartościami oraz zakłóceniami. Przebiegi wyglądają podobnie ponieważ na drugim kanale wzmocnienie oraz wartość jest 10 razy mniejsza. Wygląd przebiegów jest podobny ponieważ napięcie po stronie wtórnej jest indukowane przez stronę pierwotną, a następnie po wyłączeniu tranzystorów, zachodzi tak jak po stronie wtórnej oddanie energii przez cewkę.



**Grafika 2** Napięcie  $U_1$  oraz prąd  $I_1$

podstawa czasu 10us

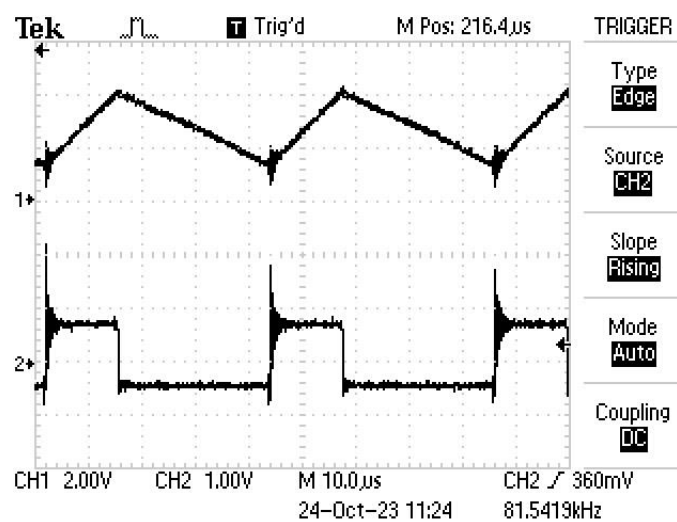
Na drugim oscylogramie na kanale pierwszym nadal obserwowaliśmy napięcie po stronie pierwotnej, natomiast na drugim kanale przeszliśmy do obserwacji prądu na uzwojeniu pierwotnym ( $i_1$ ). Prąd ten podczas załączenia tranzystorów osiąga większą wartość i rośnie ponieważ jest sumą prądu  $i_2$ , który jest prądem strony wtórnej sprowadzonym na stronę pierwotną z zależności  $i_2' z_1 = i_2 z_2$ , oraz prąd magnesowania  $i_u$ . Po wyłączeniu tranzystorów pozostaje opadający prąd  $i_u$ . Drgania spowodowane są stosunkowo dużą częstotliwością.



**Grafika 3** Prąd  $i_{L0}$  oraz  $i_1$

podstawa czasu 10μs

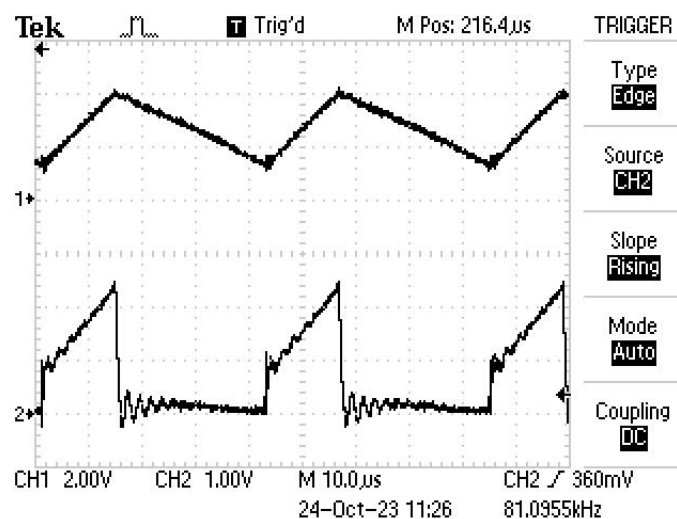
Na trzecim oscylogramie na drugim kanale nadal obserwowaliśmy prąd  $i_1$ , natomiast na kanale pierwszym zmieniliśmy naszą obserwację na prąd  $i_{L0}$ , który jest prądem magnesującym cewki filtra przed odbiornikiem. Jak widać jego wartość przy załączeniu tranzystorów również wzrasta, co jest spowodowane występowaniem prądu  $i_2$ , natomiast przy wyłączeniu tranzystorów obserwujemy opadający prąd magnesujący danej cewki.



**Grafika 4** Prąd  $i_{L0}$  oraz  $U_{L0}$

podstawa czasu 10µs

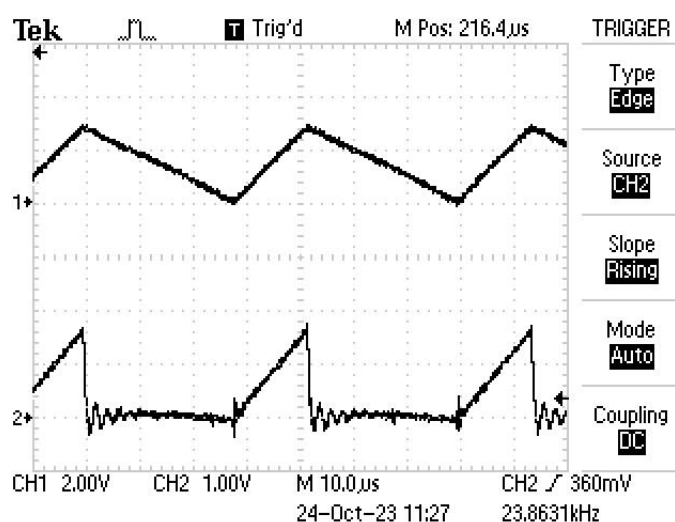
Na czwartym oscylogramie na pierwszym kanale nadal obserwowaliśmy prąd  $i_{L0}$ , natomiast na drugim oscylogramie przeszliśmy do obserwacji napięcia  $U_{L0}$ , którego przebieg jest pochodną prądu. Wynika to z zależności  $U=L \cdot di/dt$ .



**Grafika 5** Prąd  $i_{L0}$  oraz  $i_1$

podstawa czasu 10µs

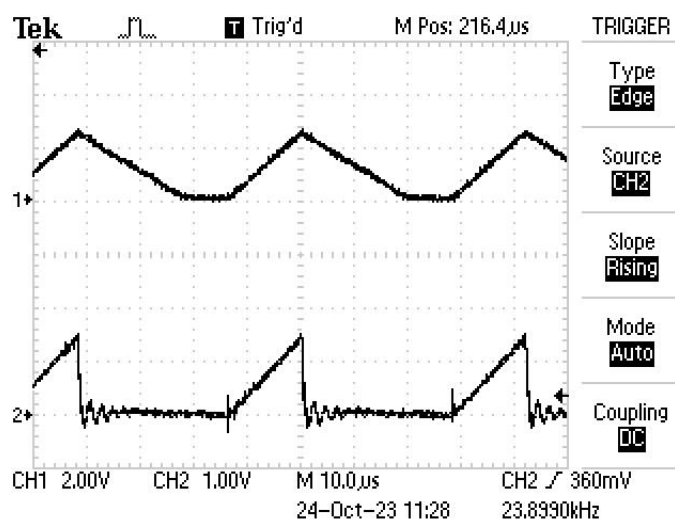
Piąty oscylogram na pierwszym kanale przedstawia nadal prąd  $i_{LO}$ , natomiast na drugim kanale wróciliśmy do obserwacji prądu  $i_1$ , aby zaznaczyć iż nie zaczyna się on od zera, co wynika z wspomnianego wcześniej faktu iż jest on opisany równaniem  $i_1 = i_2' + i_u$ , a także aby określić średni prąd odbiornika, który wynosi 6,2 A.



**Grafika 6** Prąd  $i_{LO}$  na granicy ciągłości oraz  $i_1$

podstawa czasu 10µs

Na szóstym oscylogramie obserwujemy te same prądy jednak prąd  $i_{LO}$  jest na granicy ciągłości, a wartość średnia prądu obciążenia wynosi około 3,3A. Zauważalny jest spadek prądu  $i_1$ , który zaczyna się już od zera.

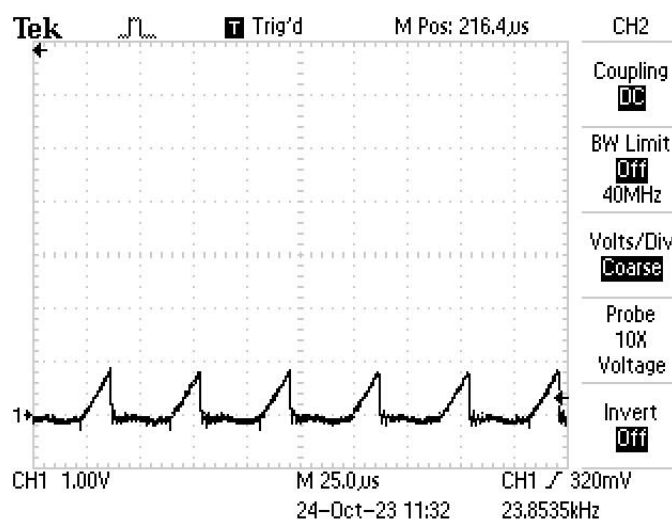


**Grafika 7** Prąd  $i_{L0}$  nie ciągły oraz  $i_1$

podstawa czasu 10μs

Siódmy oscylogram przedstawia nadal te same prądy jednak w tej sytuacji prąd  $i_{L0}$  nie jest już ciągły, a średni prąd odbiornika w tej sytuacji wynosi 2,4A. W tej sytuacji wartość prądu  $i_1$  również zmalała względem poprzedniego oscylogramu. Ciągłość prądu  $i_{L0}$ , którą obserwowaliśmy na ostatnich trzech wykresach wynika z **częstotliwości załączania tranzystorów, która była stopniowo zmniejszana?** Zależność zmniejszania się prądu  $i_1$  wraz ze przejściem do nieciągłości prądu  $i_{L0}$  wynika ze zmian napięcia  **$U_{odb}$** , które przy przejściu do nieciągłości gwałtownie wzrasta.

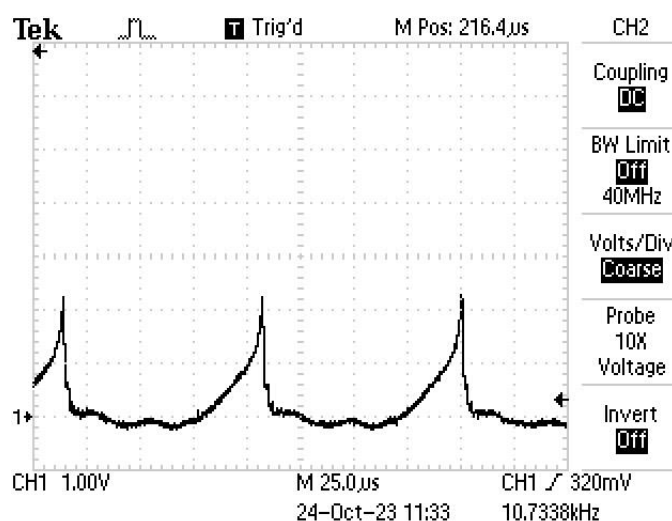




**Grafika 8** Praca przetwornicy

podstawa czasu 25µs

Na ósmym oscylogramie obserwujemy pracę przetwornicy przed stanem awaryjnym. Zmniejszyliśmy prąd wyjściowy na 0,5A, prąd wejściowy w tym czasie wynosił 0,7A (wartości średnie).

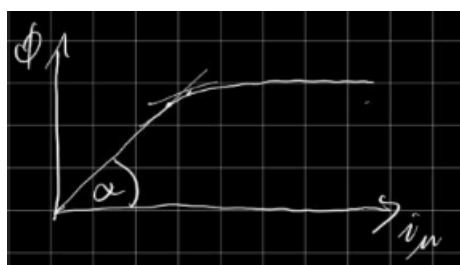


**Grafika 9** Praca przetwornicy - zbyt duża częstotliwość

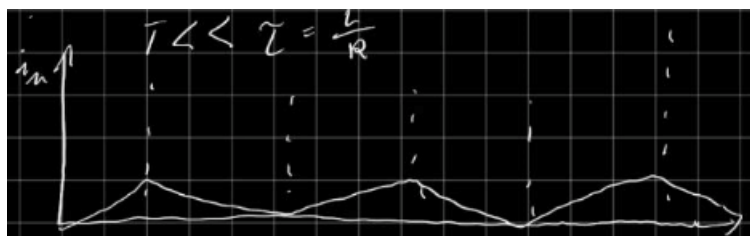
podstawa czasu 25µs

## Pierwszy stan awaryjny – zbyt mała częstotliwość

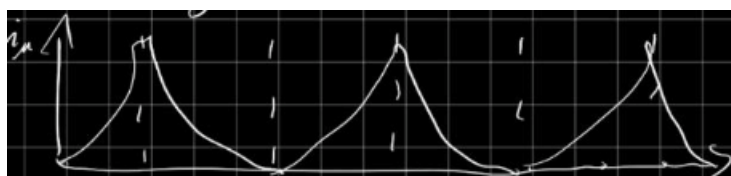
Na dziewiątym oscylogramie obserwowaliśmy pierwszy stan awaryjny wynikający ze zbyt małej częstotliwości impulsowania tranzystorów. Charakterystyczne stopniowo coraz szybciej wzrastające przebiegi w tym stanie spowodowane są zależnością prądu  $i_u$  od krzywej magnesowania. Jak można zauważyć na poniższym wykresie po przekroczeniu pewnego punktu nachylenie nam się nagle zmienia. Im wyższy punkt tym narastanie prądu jest szybsze.



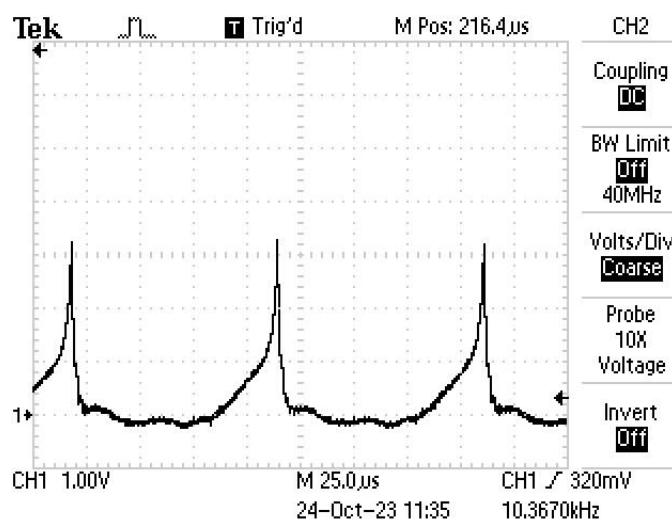
Grafika 9 Charakterystyka przepływu od prądu



Grafika 9 Prąd magnesowania podczas właściwej częstotliwości



Grafika 9 Prąd magnesowania przy zbyt dużej częstotliwości

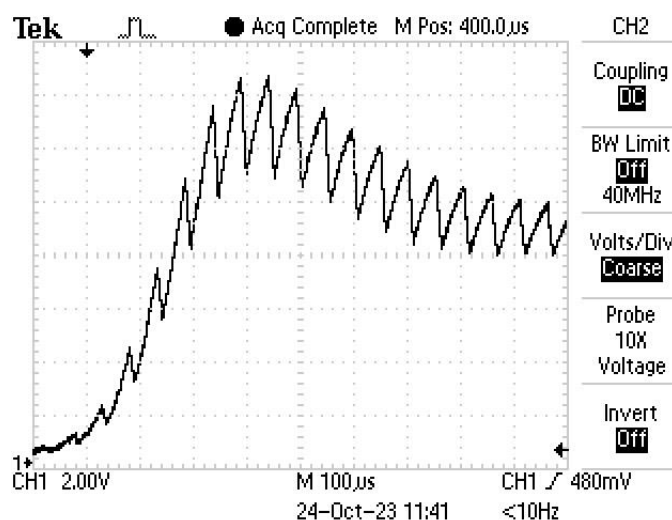


**Grafika 10** Praca przetwornicy - zbyt duża częstotliwość

podstawa czasu 25µs

## Drugi stan awaryjny – zbyt duży współczynnik wypełnienia E

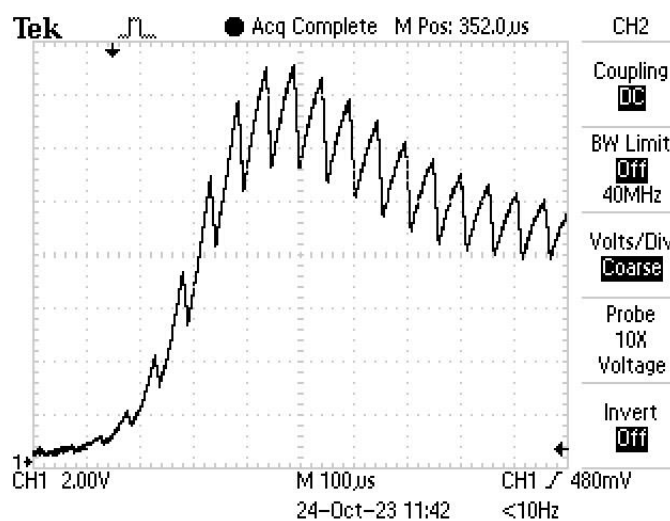
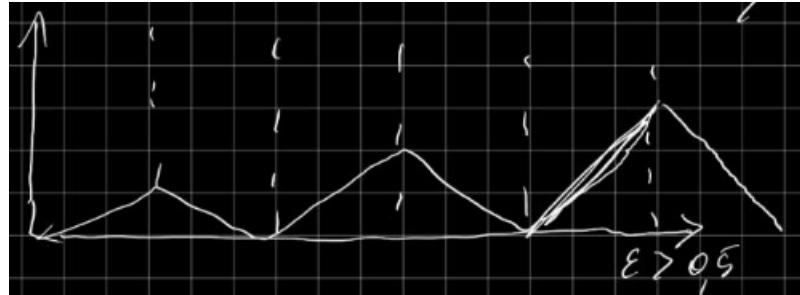
Na dziesiątym oscylogramie zmniejszyliśmy częstotliwość dla lepszego zaobserwowania stanu awaryjnego. Oprócz wskazującego na stan awaryjny przebiegu słyszeliśmy również pisk wynikający ze zbyt niskiej częstotliwości. Prąd wejściowy w tym stanie wynosił 0,9A, natomiast prąd wyjściowy 0,6A **dłaczego?**.



**Grafika 11** Prąd  $i_1$   $E > 0,5$

podstawa czasu 100us

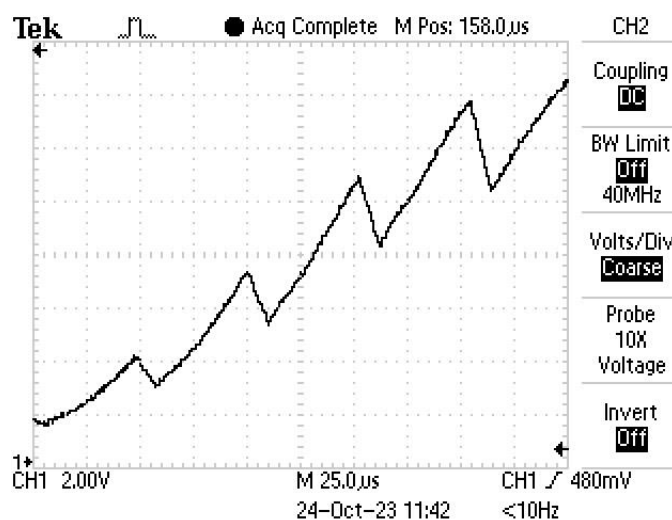
Na jedenastym oscylogramie obserwowaliśmy prąd  $i_1$  podczas drugiego stanu awaryjnego wywołanego zbyt dużym wypełnieniem współczynnika E (powyżej 0,5). W danym przypadku współczynnik E wynosił **około 0,8?**.



**Grafika 12** Prąd  $i_1$   $E > 0,5$

podstawa czasu 100us

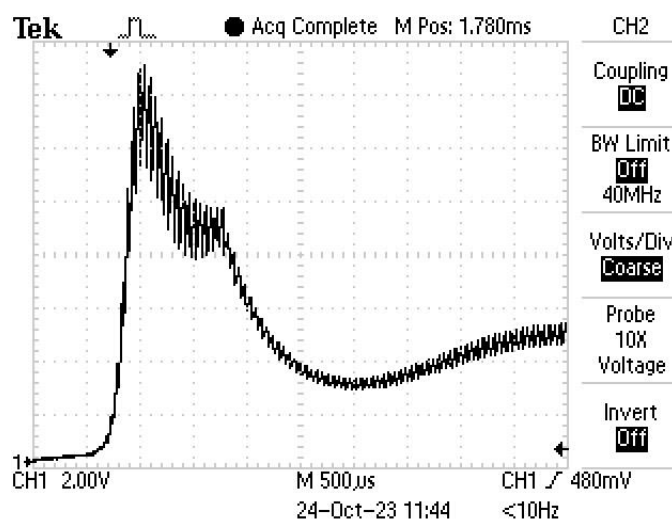
Dwunasty oscylogram był kolejnym zarejestrowanym przebiegiem prądu  $i_1$  w danym stanie awaryjnym.



**Grafika 13** Zbliżenie części narastającej prądu  $i_1$   $E > 0,5$

podstawa czasu 25 μs

Na trzynastym oscylogramie zarejestrowane zostało zbliżenie zbocza narastającego prądu  $i_1$  podczas danego stanu awaryjnego. Lepiej widoczna na nim jest piłokształtność przebiegu, dzięki czemu możemy też lepiej określić  $\omega$



**Grafika 14** Prąd  $i_1$   $E > 0,5$

podstawa czasu 500 μs

Czternasty zarejestrowany oscylogram to przebieg prądu  $i_l$  w danym stanie awaryjnym z większym zarejestrowanym przedziałem. Prąd początkowo przechodzi nagły wzrost i nieco łagodniejszy spadek, by ostatecznie przejść znowu już do znacznie łagodniejszego wzrostu. Taki kształt przebiegu wynika ze względu na energię kondensatora filtru **jak?**