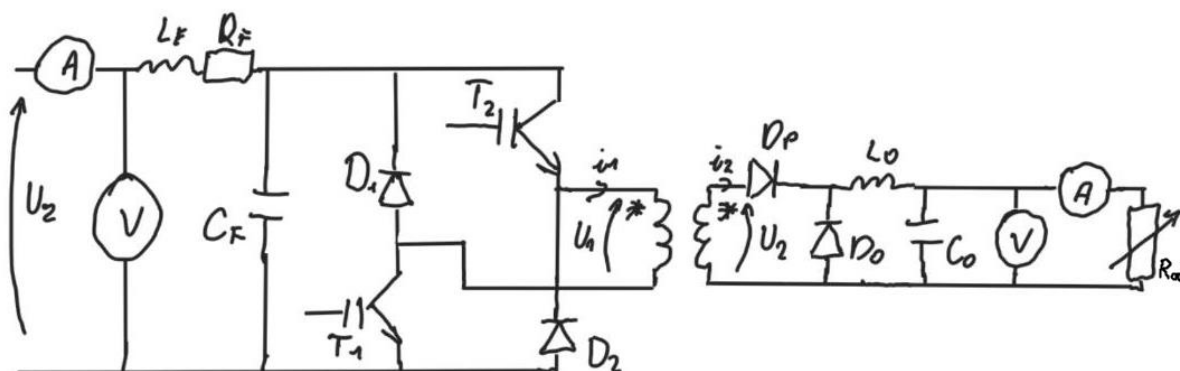
 Wydział: EAIIB	Imię i nazwisko: Jakub Cios		Rok: III
			Blok: B
			Grupa: 1
Data wykonania: 16.10.23	LABORATORIUM TECHNIKI WYSOKICH NAPIĘĆ Ćw. 1: Przetwornica DC-DC		
Zaliczenie:	Podpis prowadzącego:	Uwagi:	

Schemat układu pomiarowego i opis zasady działania przetwornicy



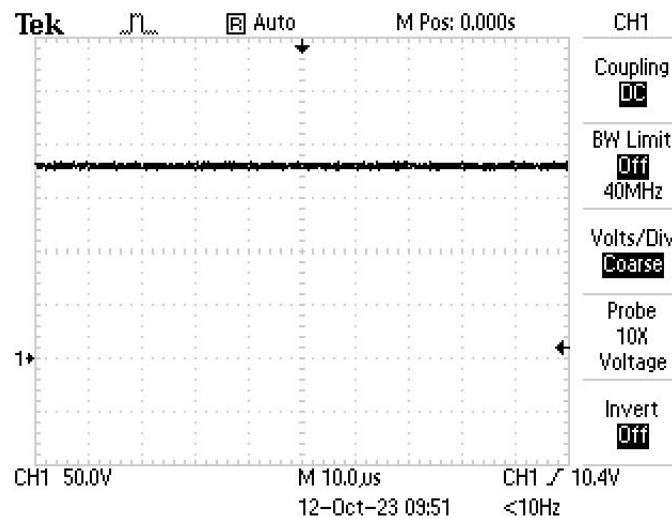
Załączaniem tranzystorów (T_1, T_2) w naszej przetwornicy steruje mikroprocesorowy układ sterowania poprzez ustawione przez nas współczynniki lub dobierany automatycznie przy ustawionym napięciu jakie chcemy otrzymać. Przy jednoczesnym załączeniu tranzystorów (t_0-t_1) prąd i_1 płynie w obwodzie powodując występowanie napięcia U_1 równego napięciu zasilania U_Z na stronie pierwotnej oraz U_2 na stronie wtórnej i w konsekwencji występowanie tam też prądu i_2 płynącego przez diodę D_P , dławik L_0 oraz kondensator C_0 . Przyjmując idealne właściwości transformatora prąd i_1 w obwodzie jest sumą prądu magnesującego i_μ oraz prądu i_2' , który jest prądem strony wtórnej sprowadzonym na stronę pierwotną z zależności $i_2' z_1 = i_2 z_2$. Elementy z indeksem F pełnią wtedy rolę filtra dla stabilizacji napięcia zasilania, a elementy z indeksem 0 napięcia wyjściowego. Po wyłączeniu tranzystorów T_1 i T_2 (t_1-t_2), cewki transformatora oraz L_0 próbują utrzymać płynący przez nie prąd. Na stronie pierwotnej rozładowanie zgromadzonej energii ($U_1=-U_Z$) odbywa się poprzez przepływ prądu przez diody D_1 i D_2 oraz źródło zasilania (kondensator

C_F). Natomiast na stronie wtórnej przepływ prądu i_2 jest blokowany przez diodę D_P , a podtrzymanie przepływu prądu i_L przez dławik L_0 zachodzi w obwodzie z udziałem kondensatora C_0 oraz diody D_0 . W rezultacie zachodzi zależność, że prąd i_L równa się sumie prądu i_2 i prądu i_{D0} . Zmienność prądów w obwodzie bez nadmiernych skoków oraz zakłóceń, zapewnia praca obwodu magnetycznego w liniowym zakresie zmian charakterystyki magnesowania.

Zestawienie parametrów przetwornicy wykorzystywanej na stanowisku laboratoryjnym

C12	2,2 mF/100 V
C6	470 μ F/350 V
D3, D4	HFA50PA60C
L_0	300 μ H
L1	470 μ H
R1	2,2 Ω
Q1, Q2 D1, D2	PM10CHA060 Mitsubishi
Tr	$z_1 = 130, z_2 = 41$ rdzeń EDT 45/21/15 Philips

Zarejestrowane oscylogramy przebiegów

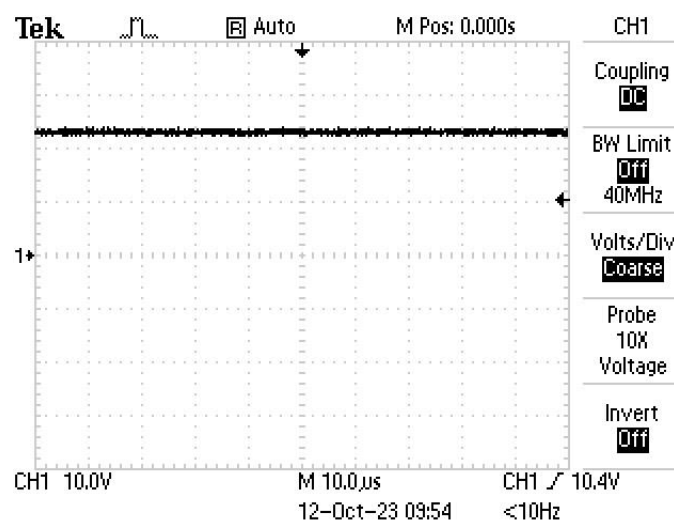


Grafika 1 Napięcie U_z

wartość wzmocnienia 50V

podstawa czasu 10µs

Napięcie wejściowe (U_z) dostarczane z zasilacza to przetworzone napięcie pochodzące z autotransformatora, ustalone na poziomie 188V

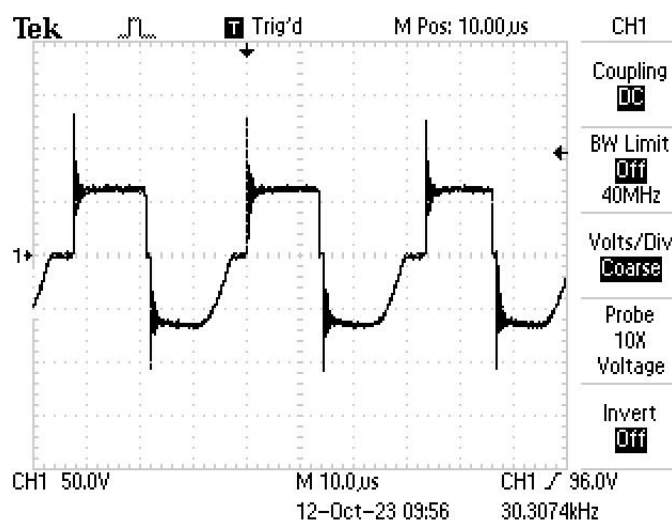


Grafika 2 Napięcie U_0

wartość wzmocnienia 10V

podstawa czasu 10us

Napięcie wyjściowe (U_0 na C_0) przy stałym współczynniku wypełnienia jest stabilne i przyjmuje ok 25V w danym przypadku.

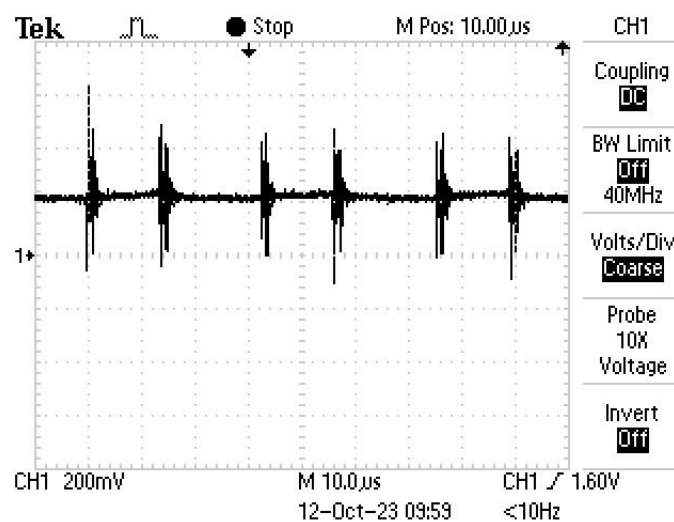


Grafika 3 Napięcie U_1

wartość wzmacnienia 50V

podstawa czasu 10µs

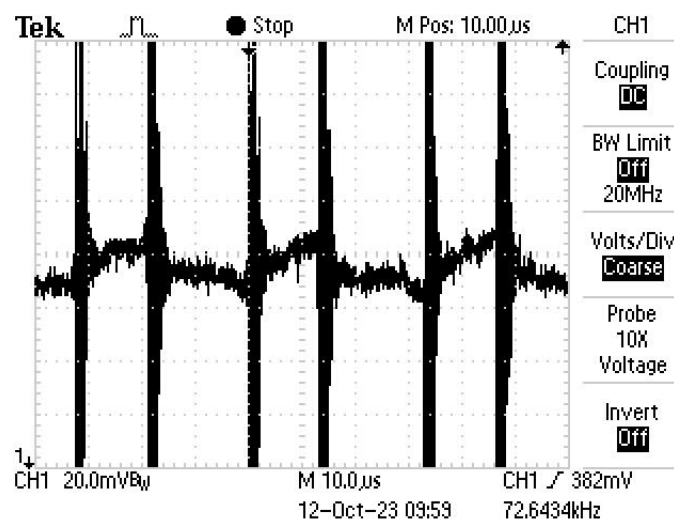
Napięcie strony pierwotnej transformatora (U_1) dla wartości dodatnich prąd doprowadzany jest do uzwojenia przez tranzystory. W przypadku wartości ujemnych napięcie wynika z efektu samoindukcji wzajemnej po wyłączeniu tranzystorów. Jest również okres zerowego napięcia, które występuje po zaniku prądu magnesowania, a jego długość jest odwrotnie proporcjonalna do współczynnika ϵ .



Grafika 4 \Prąd I_{L0}

wartość wzmocnienia 20mV

podstawa czasu 10us



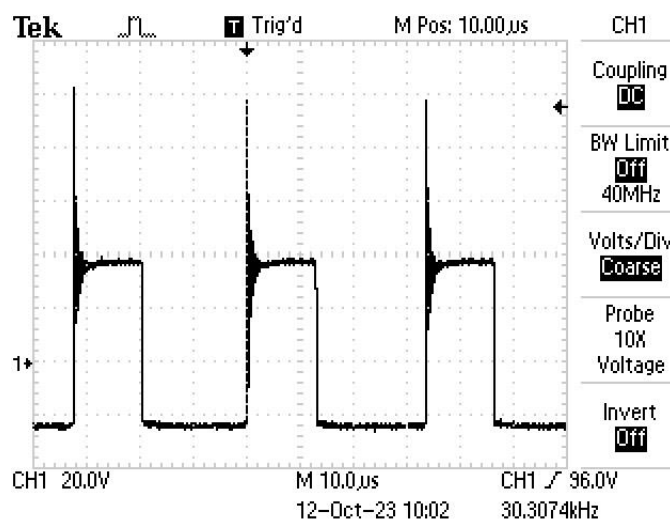
Grafika 5 Powiększone prąd I_{L0}

wartość wzmocnienia 20mV

podstawa czasu 10us

Przebieg prądu dławika L_0 , pomijając zakłócenia, wygląda tak jak w instrukcji tzn. prąd wzrasta, gdy tranzystory są włączone oraz maleje, gdy tranzystory

są wyłączone. Okres wzrostu prądu jest krótszy i bardziej stromy niż okres jego opadania, co jest bardziej zauważalne przy powiększeniu.



Grafika 6 Napięcie U_{L0}

wartość wzmacnienia 20V

podstawa czasu 10us

Dla przebiegu napięcia na dławiku L_0 okresy zmian są takie jak w przypadku prądu również odpowiadają czasom załączania oraz wyłączania tranzystorów. Podczas załączania tranzystorów napięcie utrzymuje się na poziomie ok. 40V, natomiast podczas wyłączenia napięcie przyjmuje około -20V

Tabele z wynikami pomiarów, wykresy charakterystyk wyjściowych badanej przetwornicy oraz wnioski

Kod oprogramowania Matlab wykorzystywany do tworzenia charakterystyk:

```
% Specify the path to your Excel file
characteristic = ['C:\Users\rolni\Downloads\Elektronika\ef40eaut'];

% Import data from the Excel file
data = readtable(characteristic);

% Extract efficiency and current data from the table
voltage = data(:, 'U0');
current = data(:, 'I0');

% Plot the characteristics
figure;
plot(current, voltage, 'b.', 'MarkerSize', 20);
grid on;

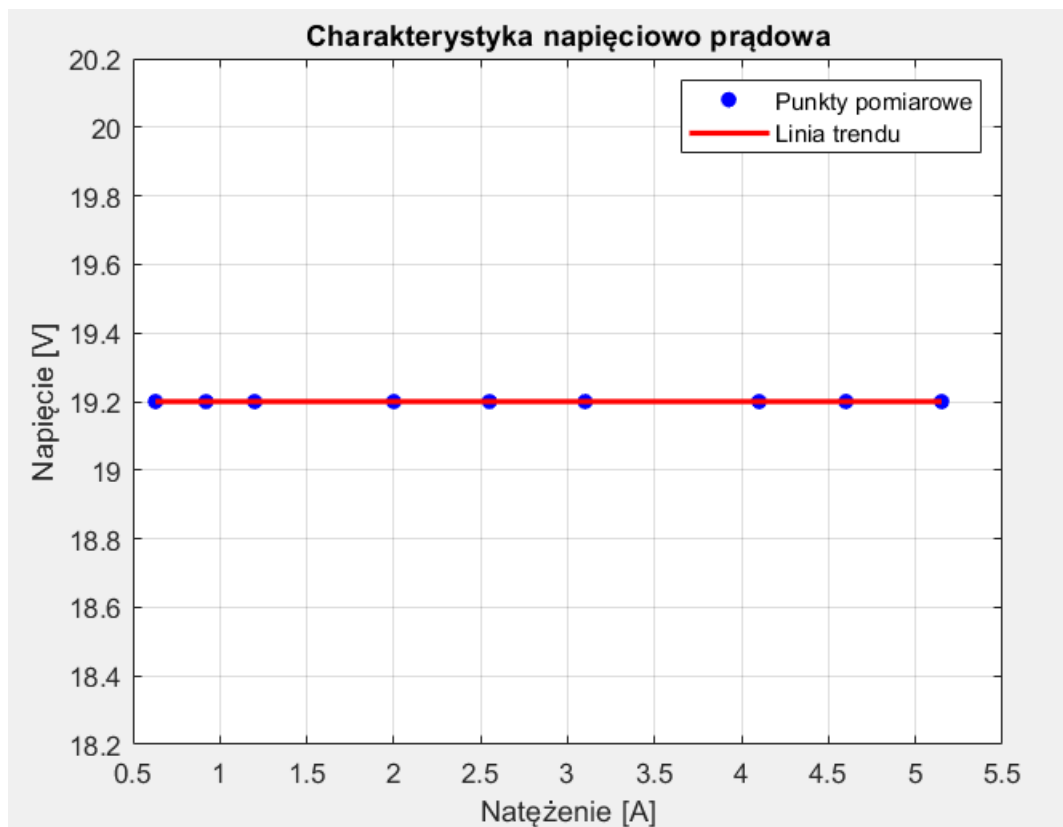
% Fit a polynomial to the data
dmodel = fit(current, voltage, ['poly1']);
dfit = dmodel(current);
hold on;
plot(current, dfit, 'r-', 'LineWidth', 2);

xlabel('Natężenie [A]');
ylabel('Napięcie [V]');
title('Charakterystyka napięciowo prądowa');
legend('Punkty pomiarowe', 'Linia trendu');
```

(przykładowo dla charakterystyki pierwszej)

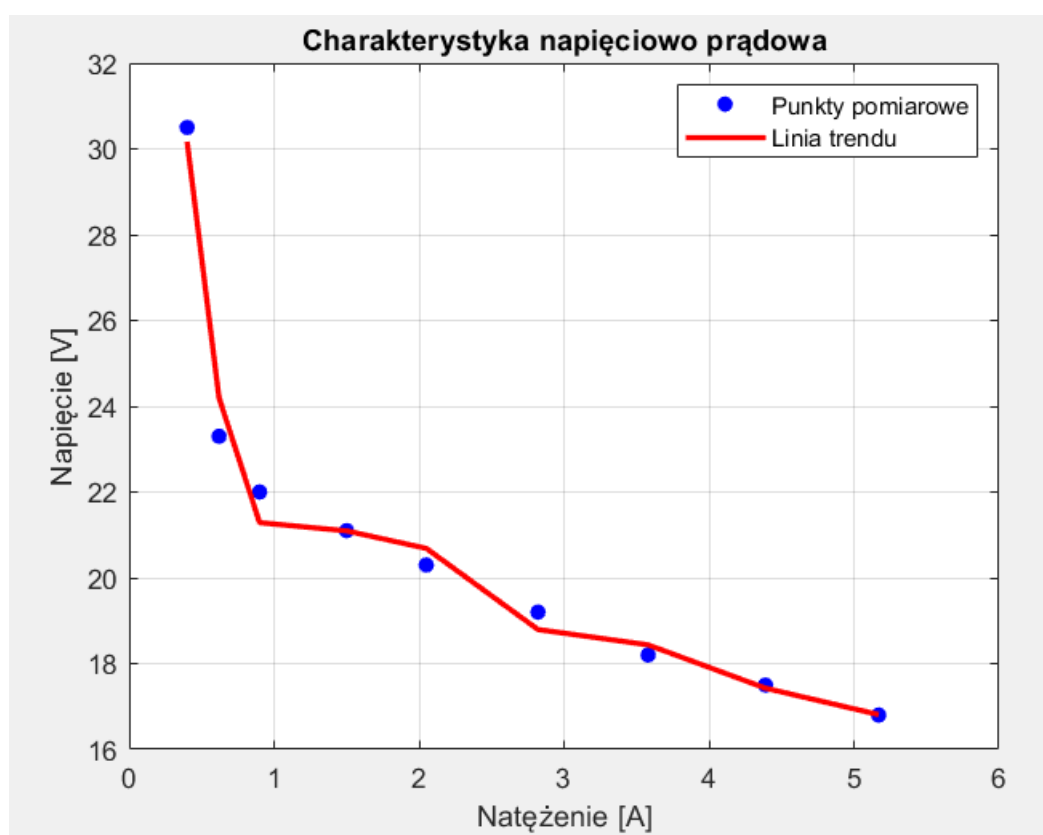
W pierwszym przypadku ustawiamy napięcie wyjściowe, a układ sterowania automatycznie dobiera współczynnik ε . Napięcie zasilania w niewielkim stopniu maleje proporcjonalnie do wzrostu prądu, natomiast napięcie wyjściowe wedle oczekiwań jest stałe pomimo zmian obciążenia. Dzieje się tak ponieważ układ sterowania dla utrzymania napięcia wyjściowego zwiększa czas załączania tranzystorów.

f=40kHz		e=aut.	
U _z [V]	I _z [A]	U ₀ [V]	I ₀ [A]
188	0,095	19,2	0,63
188	0,13	19,2	0,92
188	0,16	19,2	1,2
188	0,28	19,2	2
188	0,36	19,2	2,55
186	0,44	19,2	3,1
184	0,59	19,2	4,1
181	0,67	19,2	4,6
181	0,75	19,2	5,15



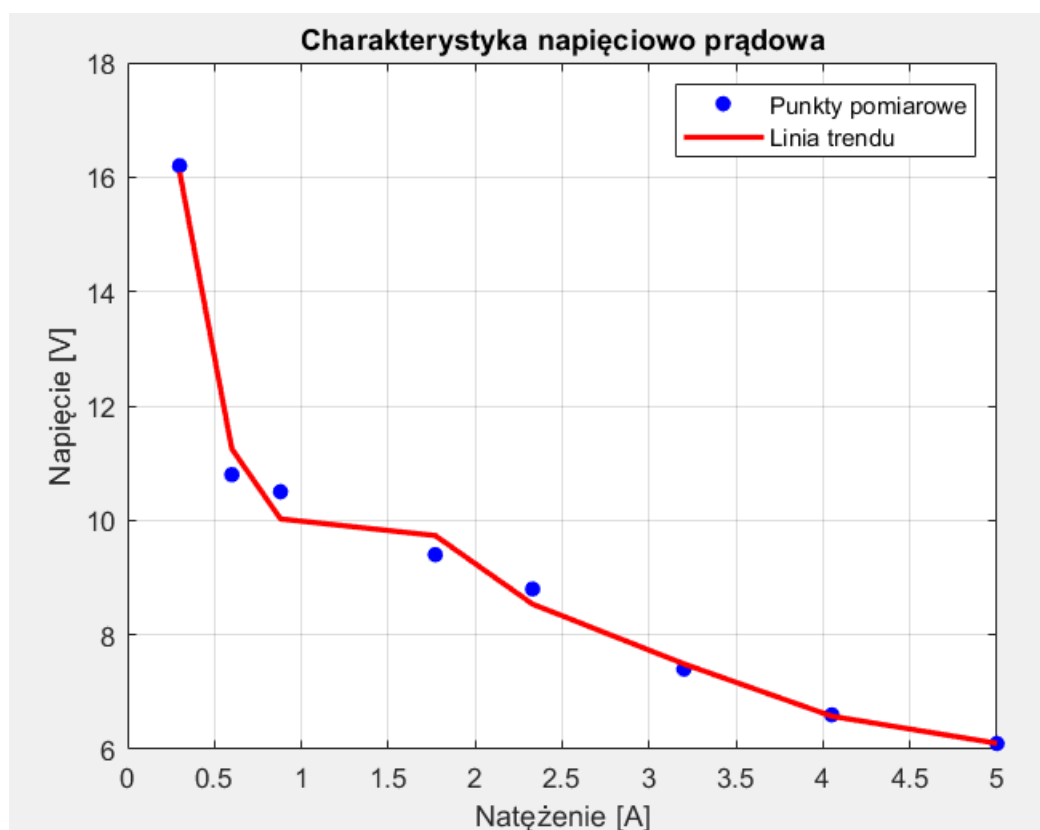
W drugim przypadku ustawiliśmy współczynnik e na wartość 0,4, w konsekwencji nie byliśmy w stanie regulować napięcia wyjściowego, które malało proporcjonalnie do zmian obciążenia. Napięcie zasilania zachowywało się podobnie jak w poprzednim przypadku.

f=40kHz		e=0,4	
U _z [V]	I _z [A]	U ₀ [V]	I ₀ [A]
189	0,09	30,5	0,4
189	0,11	23,3	0,62
188	0,14	22	0,9
186	0,22	21,1	1,5
185	0,3	20,3	2,05
185	0,39	19,2	2,82
184	0,49	18,2	3,58
183	0,585	17,5	4,39
183	0,67	16,8	5,17



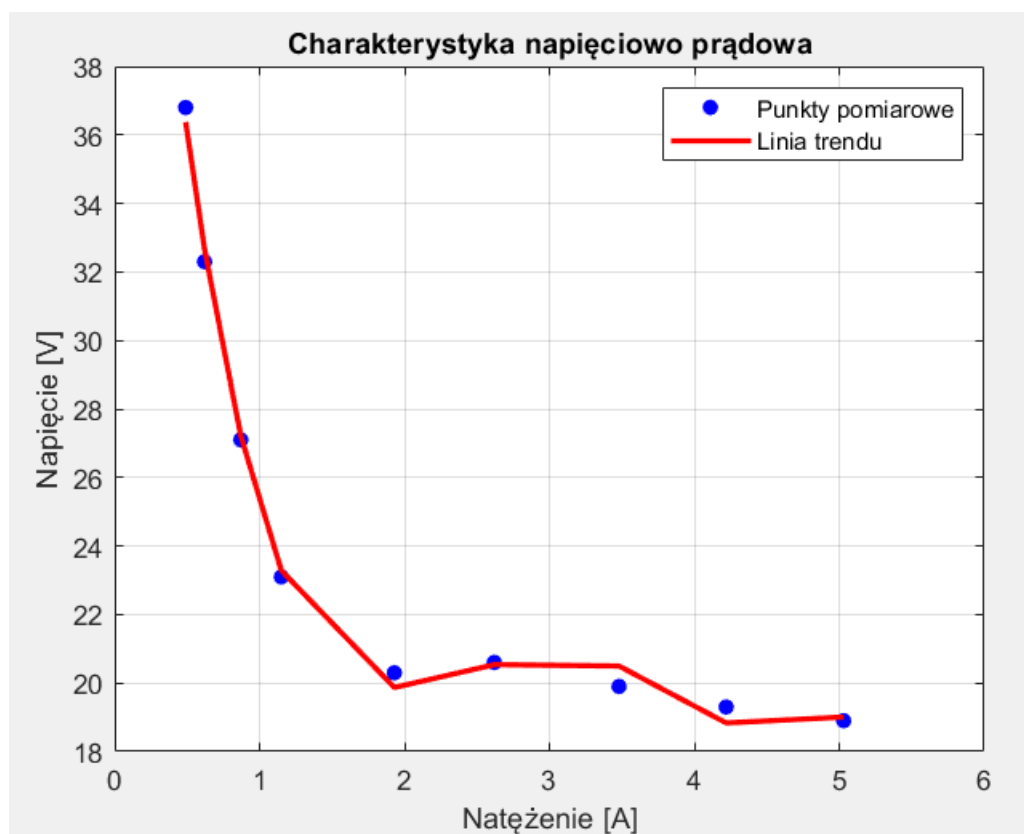
W trzecim przypadku zmniejszyliśmy współczynnik ε czyli zmniejszyliśmy czas, w którym następuje załączenie tranzystorów oraz występuje prąd i_2 na stronie wtórnej. W konsekwencji napięcie wyjściowe zmalało oraz napięcie zasilania nieznacznie wzrosło poprzez zmniejszenie obciążenia.

f=40kHz		e=0,2	
U _z [V]	I _z [A]	U ₀ [V]	I ₀ [A]
190	0,04	16,2	0,3
190	0,06	10,8	0,6
189	0,08	10,5	0,88
188	0,12	9,4	1,77
187	0,17	8,8	2,33
186	0,22	7,4	3,2
186	0,27	6,6	4,05
185	0,32	6,1	5



W czwartym przypadku powróciliśmy do pierwszej wartości ustawionego współczynnika ε , natomiast zmniejszyliśmy o połowę wartość częstotliwości. W konsekwencji wzrosło napięcie wyjściowe, natomiast wartość natężenia prądu zmieniła się nieznacznie. Stało się tak przez zmianę wartości reaktancji, która jest zależna od częstotliwości.

f=20kHz		e=0,4	
Uz [V]	Iz [A]	U0 [V]	I0 [A]
189	0,12	36,8	0,49
189	0,14	32,3	0,62
188	0,16	27,1	0,87
188	0,18	23,1	1,15
186	0,28	20,3	1,93
185	0,36	20,6	2,62
185	0,47	19,9	3,48
184	0,57	19,3	4,22
183	0,65	18,9	5,03



Podsumowując w pierwszym przypadku napięcie jest stałe ponieważ układ sterowania dobiera współczynnik e do zmian obciążenia na wyjściu. Zmiana współczynnika e zmienia proporcjonalnie napięcie na wyjściu. Zmiana częstotliwości wpływa na wielkość reaktancji. Lepiej stosować wyższą częstotliwość ponieważ jest to tańsze (np. mniejsze tranzystory) i efektywniejsze.

Dane, wyniki obliczeń oraz wykres zależności sprawności przetwornicy od jej obciążenia dla przypadku pracy w zamkniętym układzie regulacji oraz wnioski

Dla podpunktu z automatycznie dobieranym współczynnikiem e należało obliczyć również sprawność, co zostało przeprowadzone według następujących wzorów:

$$P = U \cdot I$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

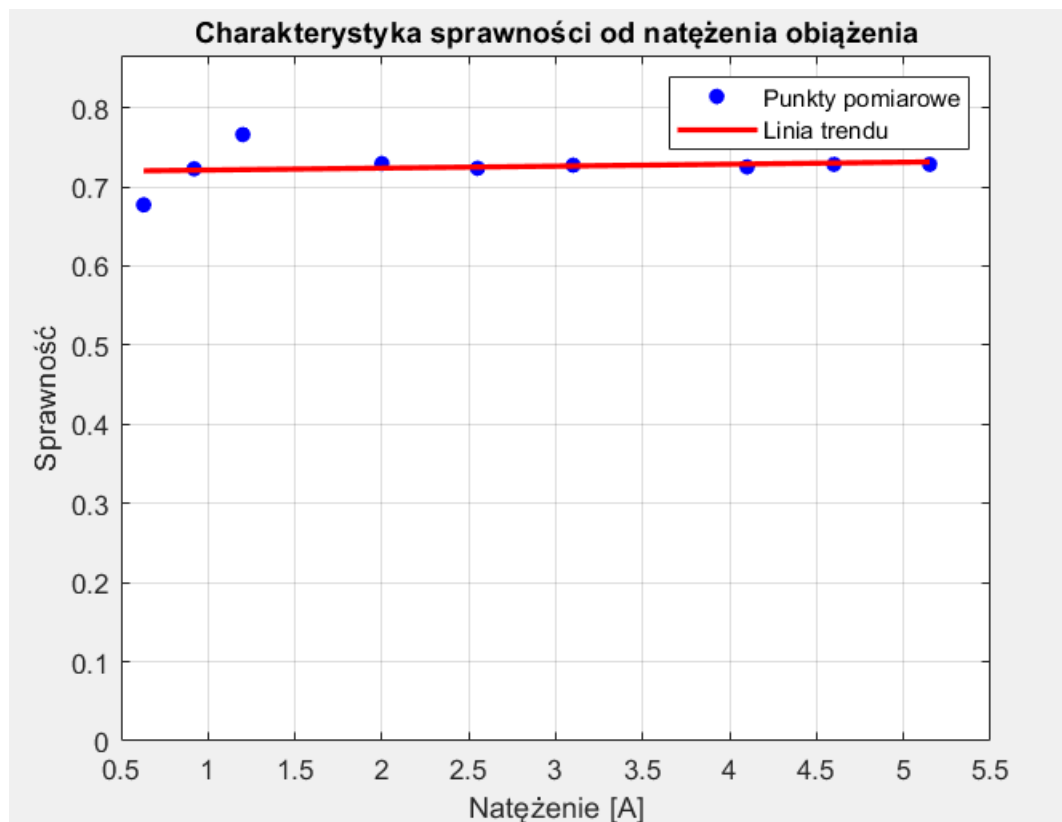
$$P_z = U_z \cdot I_z = 188 \cdot 0,095 = 17,86 \text{ W}$$

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 = 19,2 \cdot 0,92 = 12,096 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_0}{P_z} = \frac{12,096}{17,86} = 0,677268$$

(wstawiono wartości liczbowe przykładowo z pierwszego punktu pomiarowego)

f=40kHz				e=aut.		
U _z [V]	I _z [A]	U ₀ [V]	I ₀ [A]	P _z [W]	P ₀ [W]	η
188	0,095	19,2	0,63	17,86	12,096	0,677268
188	0,13	19,2	0,92	24,44	17,664	0,72275
188	0,16	19,2	1,2	30,08	23,04	0,765957
188	0,28	19,2	2	52,64	38,4	0,729483
188	0,36	19,2	2,55	67,68	48,96	0,723404
186	0,44	19,2	3,1	81,84	59,52	0,727273
184	0,59	19,2	4,1	108,56	78,72	0,725129
181	0,67	19,2	4,6	121,27	88,32	0,728292
181	0,75	19,2	5,15	135,75	98,88	0,728398



Kod oprogramowania Matlab wykorzystywany do tworzenia charakterystyk:

```
% Specify the path to your Excel file
characteristic = 'C:\Users\rolni\Downloads\Elektronika\f40eaut';

% Import data from the Excel file
data = readtable(characteristic);

% Extract voltage and current data from the table
efficiency = data(:, 'n');
current = data(:, 'I0');

% Plot the characteristics
figure;
plot(current, efficiency, 'b.', 'MarkerSize', 20);
grid on;

% Fit a polynomial to the data
dmodel = fit(current, efficiency, 'poly1');
dfit = dmodel(current);

hold on;
plot(current, dfit, 'r-', 'LineWidth', 2);
xlabel('Natężenie [A]);
```

```

ylabel('Sprawność');
title('Charakterystyka sprawności od natężenia obciążenia');
legend('Punkty pomiarowe', 'Linia trendu');
% Adjusting y-axis limits
ylim([0, max(efficiency) + 0.1]);

```

```

Linear model Poly1:
dmodel(x) = p1*x + p2
Coefficients (with 95% confidence bounds):
p1 =    0.002468   (-0.00941, 0.01435)
p2 =    0.7187    (0.6817, 0.7557)

```

Do obliczeń modelu matematycznego funkcji odpowiadającej wartości liczbowej przyjęliśmy model funkcji liniowej, której parametry obliczyliśmy za pomocą funkcji fit w oprogramowaniu Matlab. Funkcja minimalnie rośnie chociaż powinna być raczej stała. Jest to spowodowane większymi wahaniami przy mniejszym obciążeniu. Sprawność przetwornicy wahająca się w okolicach 0,73 jest w dolnym przedziale standardowych przetwornic na rynku dla których sprawność waha się od 0,7 do 0,95. Może być to spowodowane obecnością strat energetycznych spowodowanych m.in. niedoskonałościami w topologii przetwornicy, problemami z elementami składowymi, oraz ogólnymi niedoskonałościami w projektowaniu, co skutkuje obniżeniem sprawności.