

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.
2. Schemat blokowy.
 - 2.1 Ogólny schemat blokowy.
 - 2.2 Wewnętrzny schemat blokowy zespołu PFZ.
 - 2.3 Analiza blokowa i symulacyjna na założonym schemacie funkcjonalnym.
3. Edytowanie schematu ideowego PFZ i obwodu montażowego płytki PFZ.
 - 3.1 Schemat ideowy zespołu PFZ.
 - 3.2 Schemat montażowy zespołu PFZ.
 - 3.3 Zestawienie elementów i podzespołów elektronicznych w zespole PFZ.
4. Literatura.

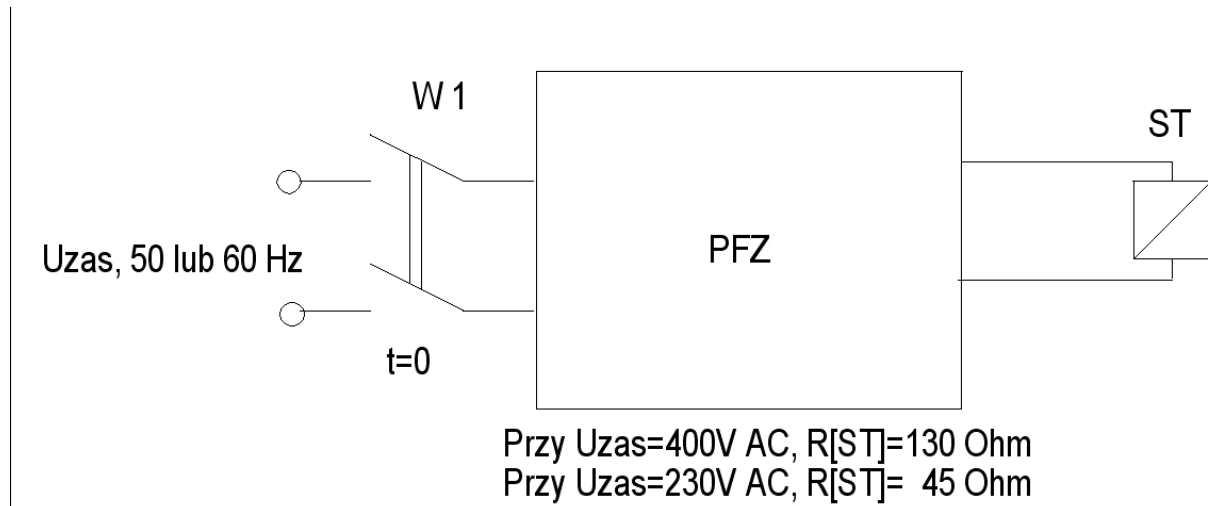
1. Wstęp

Celem niniejszego opracowania jest zaprojektowanie układu elektronicznego realizującego funkcję synchronizowania z jednoczesnym opóźnieniem momentu załączania napięcia zasilającego cewki napędowej stycznika manewrowego AC. W procesie projektowania będzie wykonane blokowe modelowanie oraz symulacje projektowe przy użyciu wyspecjalizowanego oprogramowania (w wersji dostępnej do wolnego użytkowania).

2. Schemat blokowy.

2.1. Ogólny schemat blokowy.

Proces projektowania zaczęto od narysowania schematu blokowego zespołu elektronicznego umownie nazwanego "przesuwnikiem fazy załączania" w skrócie PFZ. Uwzględniono przy tym sposób włączenia napięcia zasilającego a także przykładowe wartości tego napięcia oraz przykładowe rezystancje cewki napędowej katalogowego stycznika.

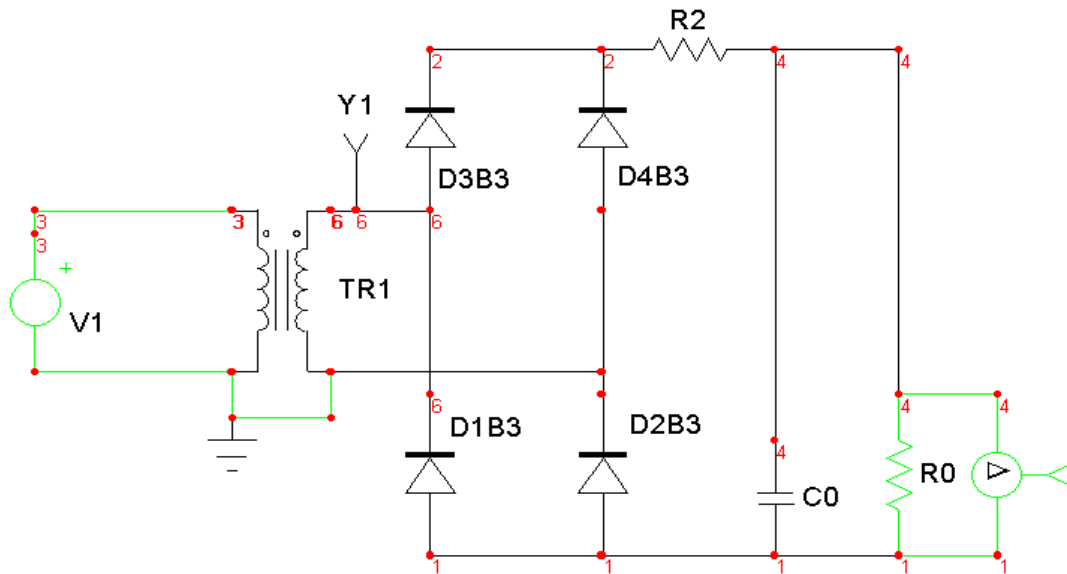


Rysunek 1: Schemat blokowy włączenia zespół PFZ do napięcia zasilania i cewki napędowej stycznika.

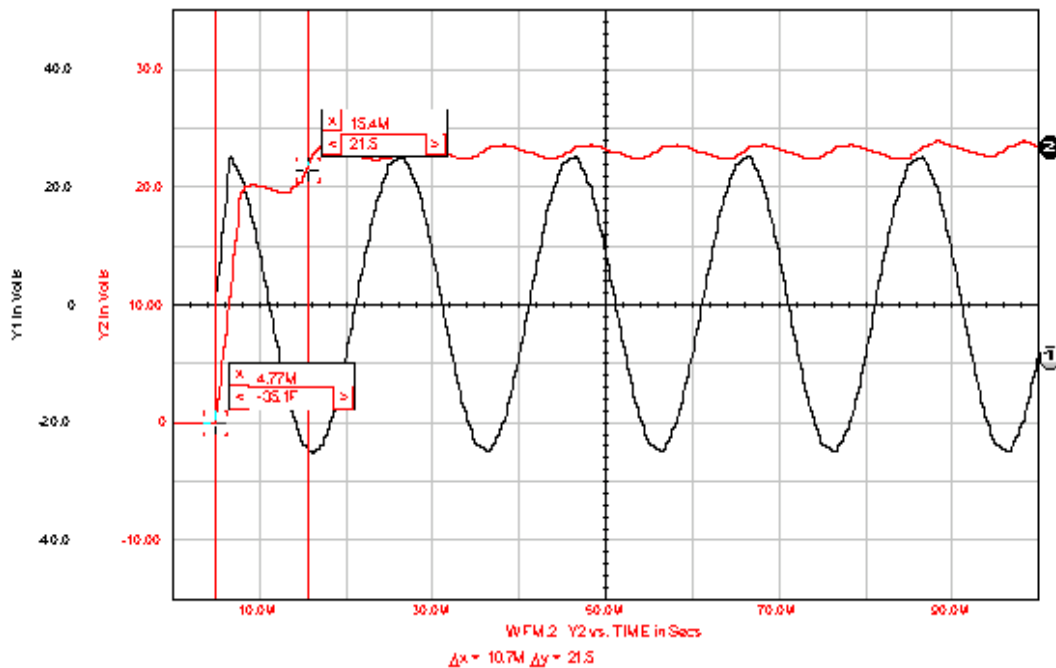
Następnym etapem projektowania było wykreślenie wewnętrznego schematu blokowego zespołu PFZ. Działanie to połączone z analizą modelową poszczególnych bloków funkcjonalnych a także w oparciu o tą analizę: wykreślenie spodziewanych przebiegów wartości chwilowych napięć w punktach we/wy schematu i układu zewnętrznego, pozwoli narysować rozwiązania ideowe poszczególnych bloków funkcjonalnych. Następnie poprzez programowe symulacje możliwe będzie ustalenie rodzaju i wartości elementów składowych tych rozwiązań.

2.2. Wewnętrzny schemat blokowy zespołu PFZ.

Rysunek 2 na stronie 3, przedstawia schemat blokowy wewnętrzny zespołu PFZ w powiązaniu z układem zasilania i cewką napędową stycznika natomiast, rysunek 3 na stronie 3, przedstawia spodziewane przebiegi wartości chwilowych napięć w poszczególnych punktach wstępnie analizowanego układu. Zakładam: chwila $t=0$, włączenia napięcia zasilającego na cewkę stycznika poprzez zespół PFZ jest przypadkowa. Chcąc uzyskać porównywalne warunki badań, moment włączenia napięcia zasilającego na cewkę napędową stycznika będziemy opóźniać o ustaloną wartość (wyrażoną w stopniach elektrycznych z zakresu $5 \div 175$ °el) względem naturalnego przejścia sinusoidy napięcia zasilającego przez wartość zerową. To założenie determinuje kolejną: szerokość impulsu synchronizującego powiększona o minimalną osiągalną w układzie strefę nieczułości nie przekroczy 10 °el ($0,55$ ms). Takie założenia będą spełnione, jeżeli wejście sygnałowe układu synchronizacji będzie sterowane napięciem pulsującym pobieranym bezpośrednio z zacisków mostka prostowniczego napięcia zasilającego jak to pokazano w schemacie symulacyjnym na rysunku 6 w dalszej części opracowania.

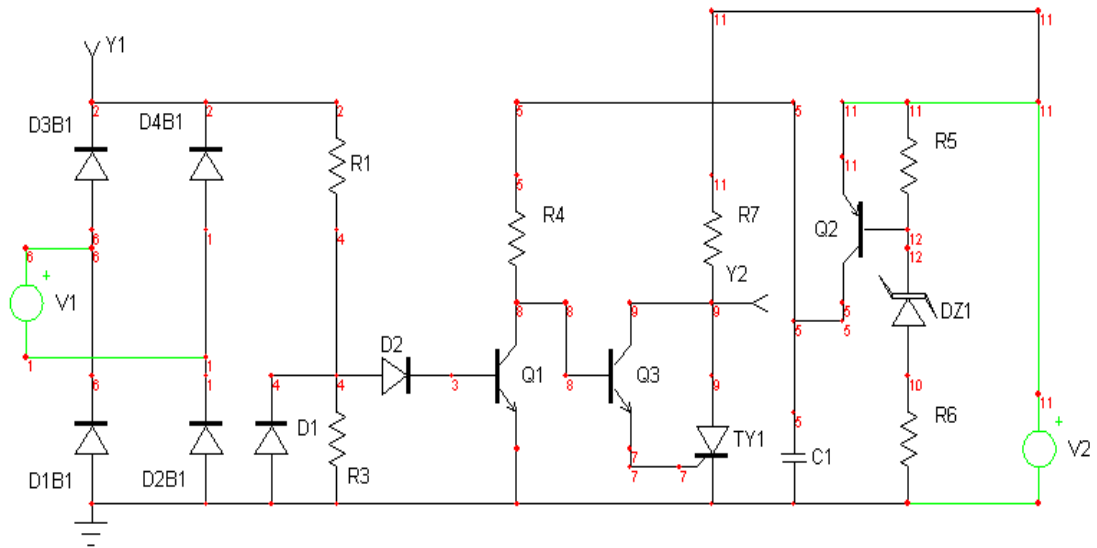


Rysunek 4: Analityczny schemat zasilacza pomocniczego dla PFZ (24 V DC)

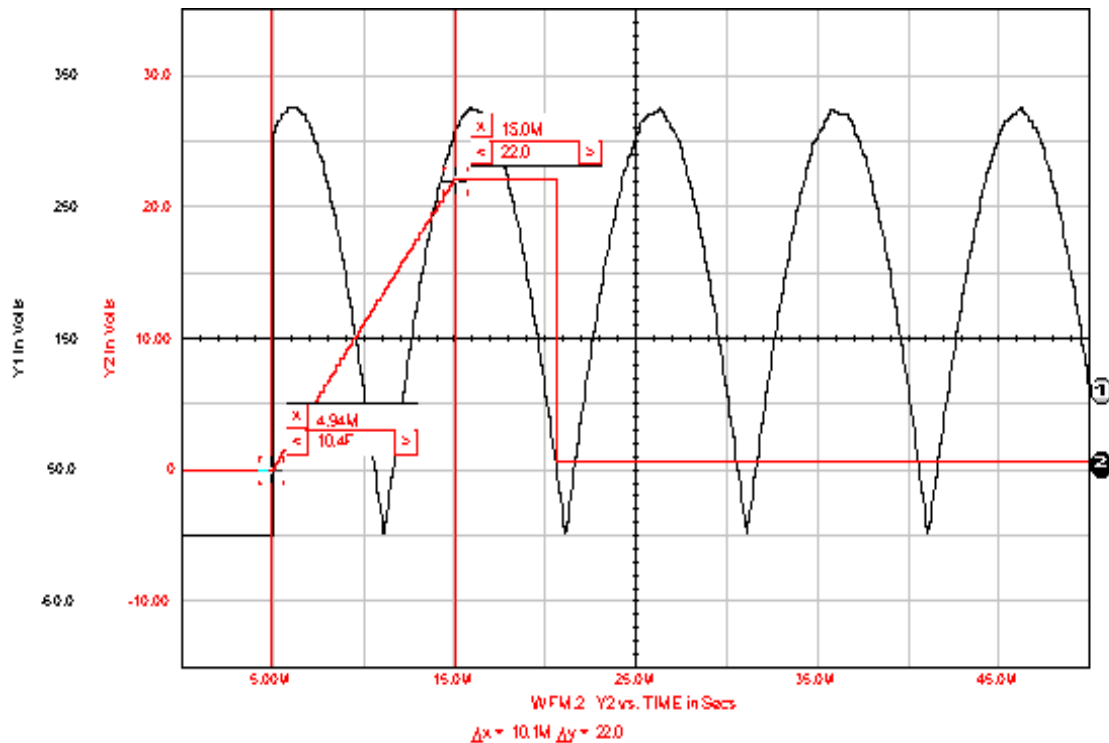


Rysunek 5: Przebiegi analityczne układu zasilacza pomocniczego dla PFZ.

Proponowany zasilacz spełnia postawione wymagania. Napięcie osiąga wartość zbliżoną do znamionowej po ca 10 ms. Układ wyjściowy synchronizacji oraz wszystkie pozostałe bloki funkcjonalne będą miały zapewnione zasilanie pomocnicze (oznaczone U_p) potrzebne do wypracowania fazy impulsu, wyzwolenia tyrystora TY3, jego podtrzymania w przewodzeniu i wyłączenie w momencie zaniku napięcia zasilającego. Poniższy rysunek przedstawia analizę bloku synchronizacji z dekodery wartości napięcia pomocniczego U_p ($>22V$ DC). Dekoder ten zapewnia włączenie napięcia zasilania do synchronizatora. Impuls synchronizujący może się pojawić w bezpośredniej bliskości zera napięcia synchronizującego, jednak po momencie osiągnięcia praktycznej stałości napięcia pomocniczego. Dzięki temu blok opóźniacza zachowuje parametry niezależnie od fazy załączenia napięcia głównego zasilania do PFZ:



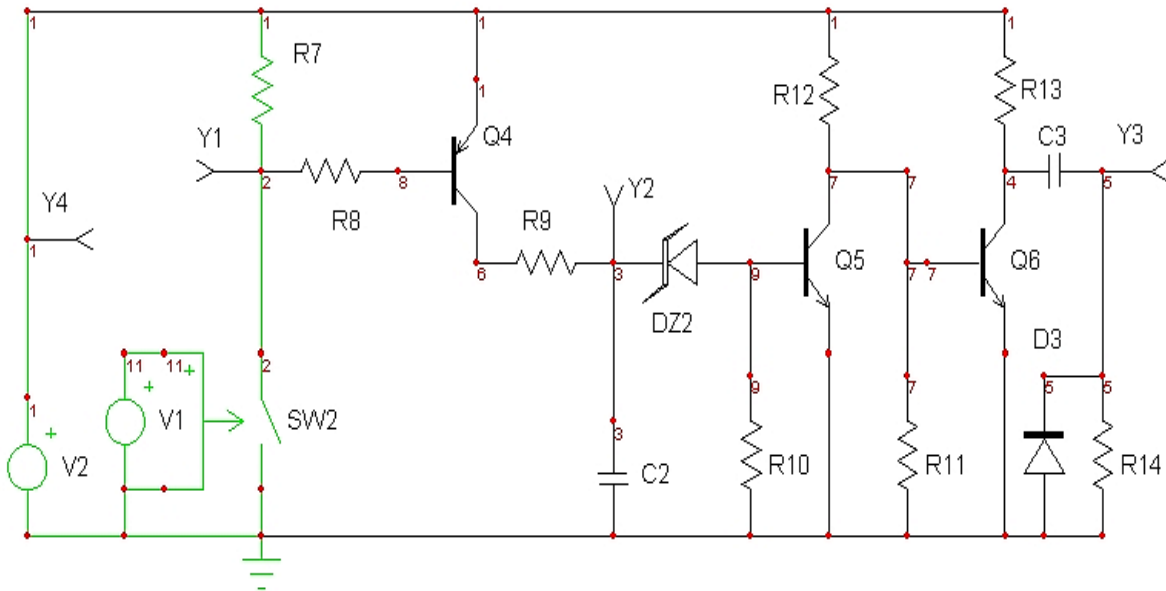
Rysunek 6: Analityczny schemat bloku synchronizacji zespołu PFZ (V2 symulacyjne źródło zasilające 24 V DC).



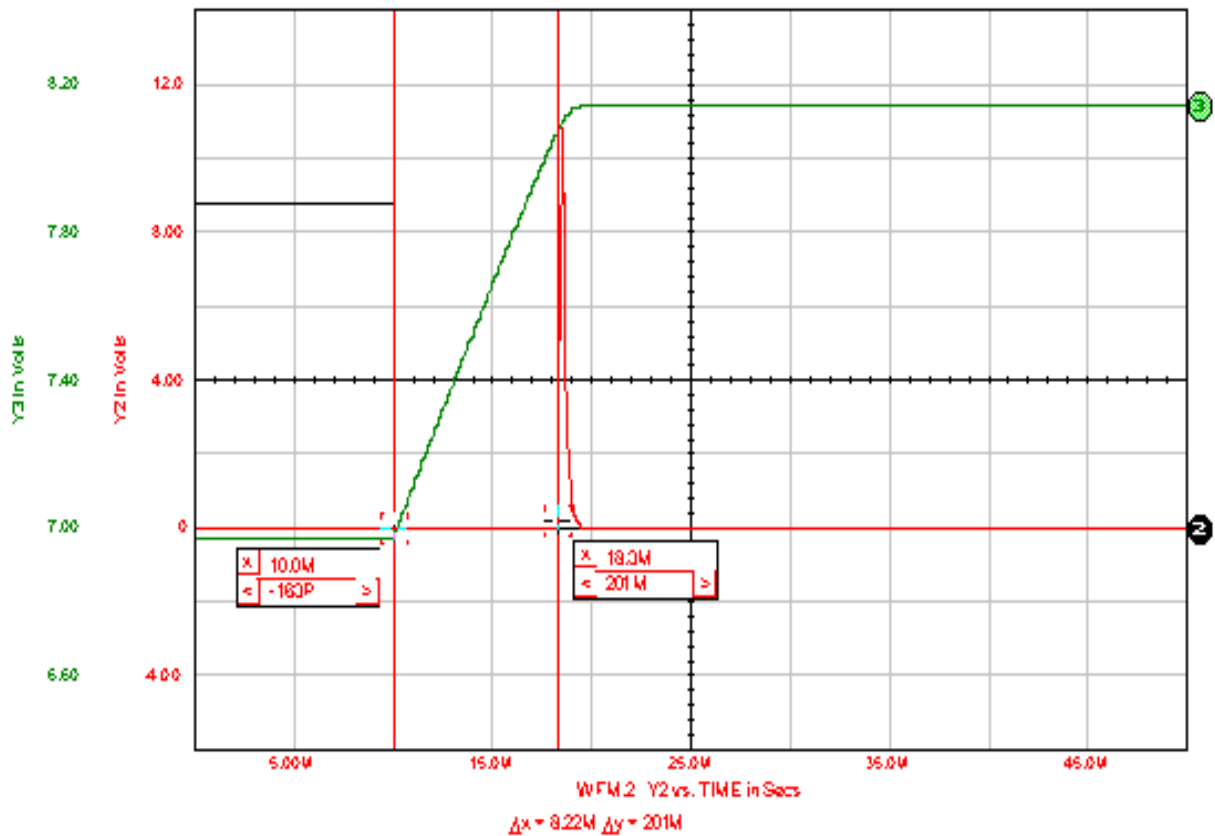
Rysunek 7: Przebiegi analityczne bloku synchronizacji PFZ.

Wytworzony w bloku synchronizacji impuls napięcia należy w poniższym bloku opóźnić w sposób nastawialny w zakresie $5 \div 175$ °el. Poniższy rysunek przedstawia analizę układu bloku przesuwania fazy impulsu roboczego:

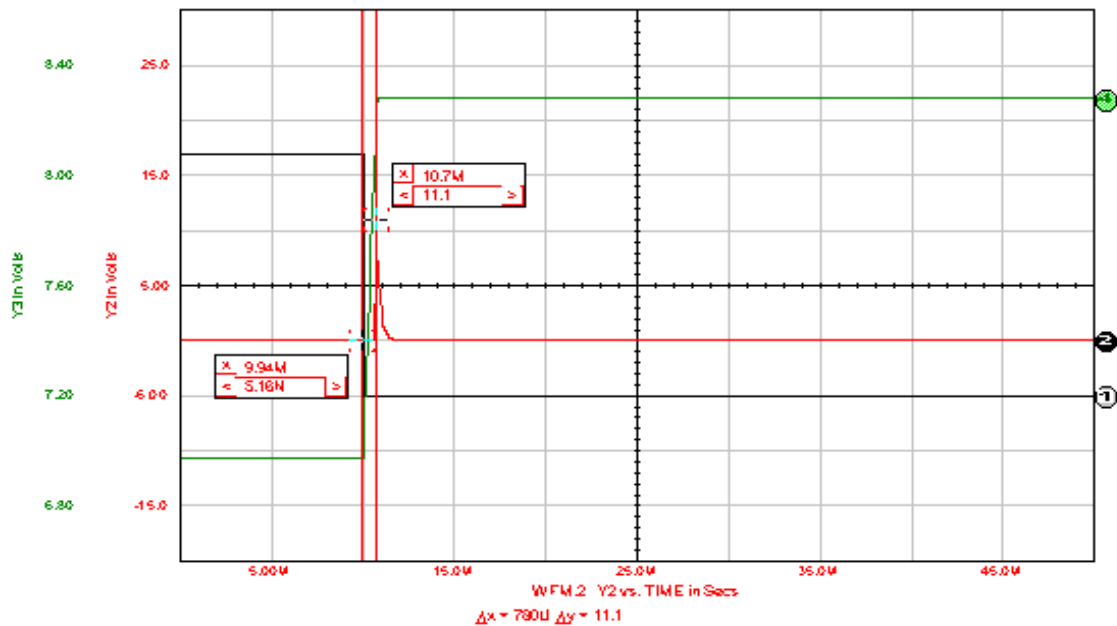
Rezystor R6 zmienny w zakresie 12 kOhm do 150 kOhm.



Rysunek 8: Schemat analityczny bloku opóźnienia fazy impulsu wyjściowego w zakresie 5 do 175 st.el.

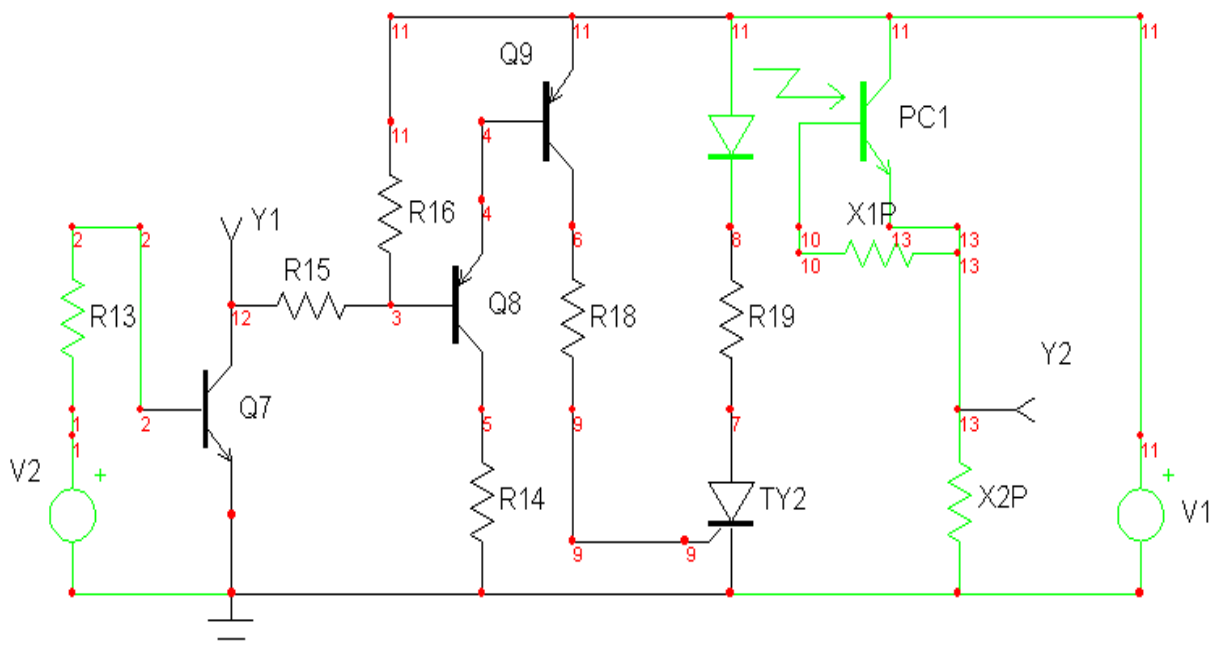


Rysunek 9: Przebiegi analityczne bloku opóźnienia (dla opóźnienia maksymalnego 175 st.).

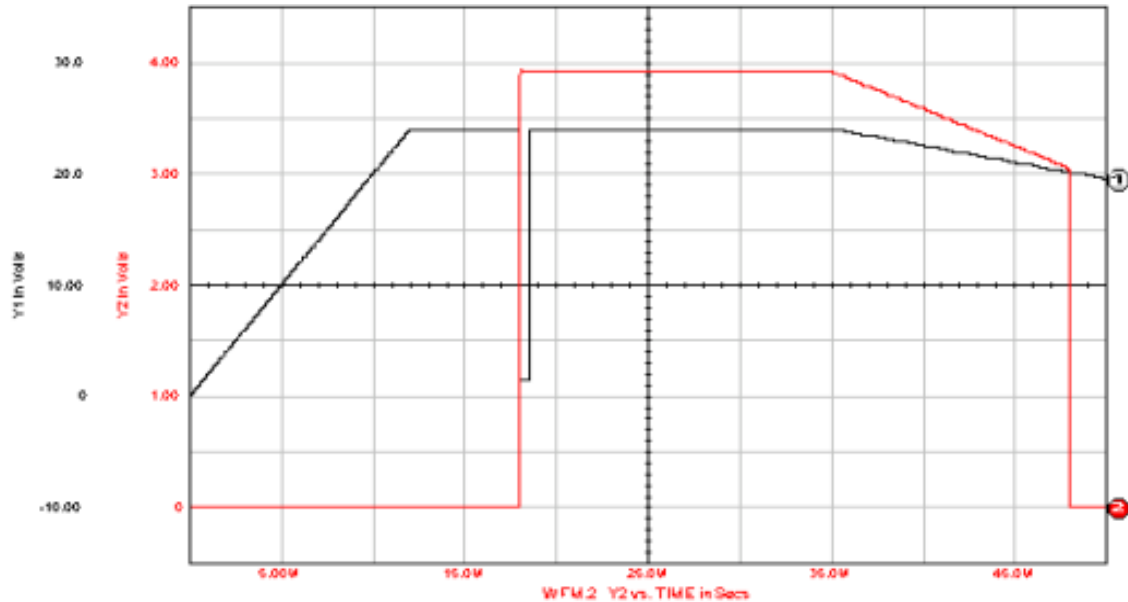


Rysunek 10: Przebiegi analityczne bloku opóźnienia (dla opóźnienia minimalnego 5 st.).

Powyższy blok przesuwania zapewnia opóźnienie wyjściowego (zróżniczkowanego impulsu) względem impulsu synchronizacji o wartość zależną od aktualnie wybranej stałej czasu R9,C2 (nastawianej rezystorem R9). Elementem progowym jest stabilistor DZ2. Prąd tego stabilistora włącza układ kształtujący Q5, Q6 obciążony układem różniczkującym R14, C3. Następny tranzystor Q7 wraz z rezystorem R13, stanowi układ kluczujący unifikatora (Q8, Q9), sterowany na wejściu wyżej wspomnianym impulsem zróżniczkowanym. Układ wyjściowy unifikatora to tyrystor TY2 zapewniający podtrzymanie impulsu oraz transoptor PC1 oraz odpowiednią izolację od głównego układu wykonawczego z tyrystorem TY3.

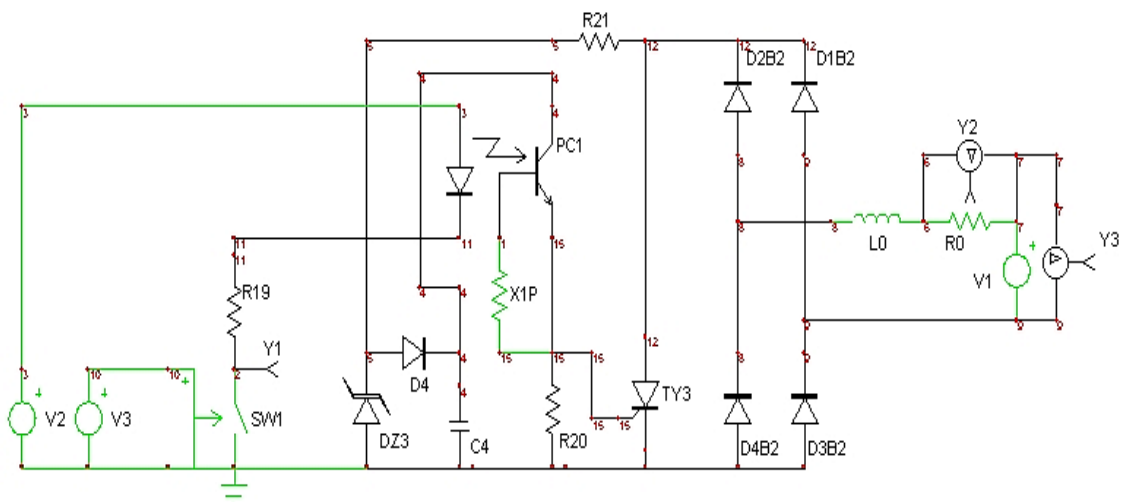


Rysunek 11: Schemat analityczny bloku unifikatora z wyjściowym transoptorem..

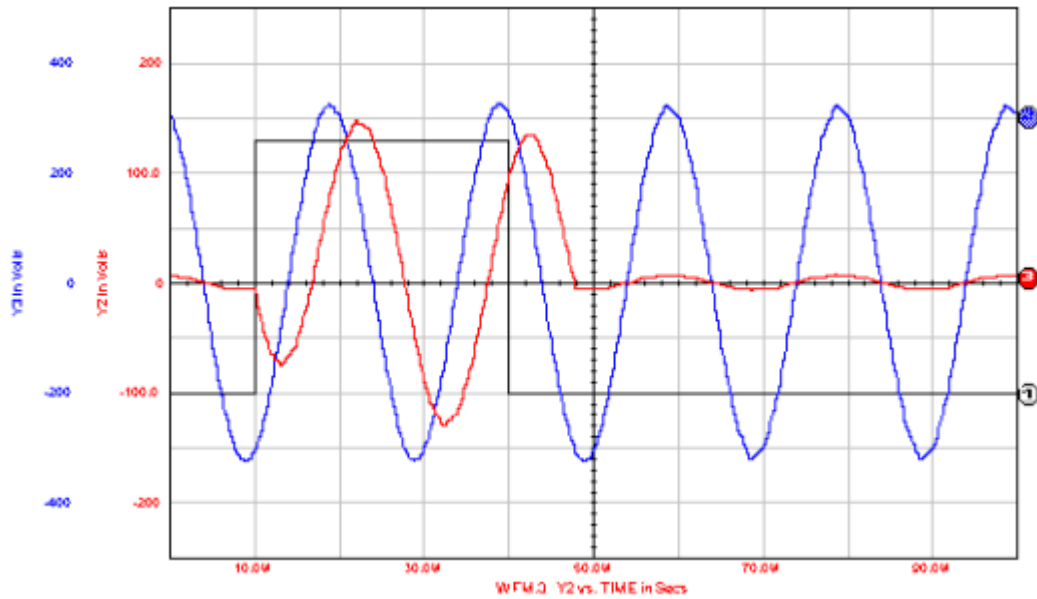


Rysunek 12: Przebiegi analityczne bloku unifikatora (impuls z Q7 włącza tyrystor TY2 a spadek U_p wyłącza).

Tyrystorem wyjściowym unifikatora TY2 przez rezystor R19ysterowany zostaje transoptor PC1. Transoptor ten swoim układem wyjściowym włącza tyrystor TY3 (łącznika dwukierunkowego AC pracującego w układzie 4D1TY). Łącznik powyższy umożliwia przepływ prądu przemiennego w cewce napędowej stycznika manewrowego AC. Poniższy schemat analityczny zawiera w obwodzie łącznika tyrystorowego elementy składowe L0, R0 reprezentujące parametry elektryczne cewki typowego stycznika. Elementy dodatkowe R21, DZ3, D4, C4 i R20 są niezbędne do poprawnego włączenia i podtrzymaniaysterowania tyrystora TY3. W części pomocniczej schematu rysowanej kolorem zielonym łącznik SW1 reprezentuje tyrystor wyjściowy bloku unifikatora TY2.



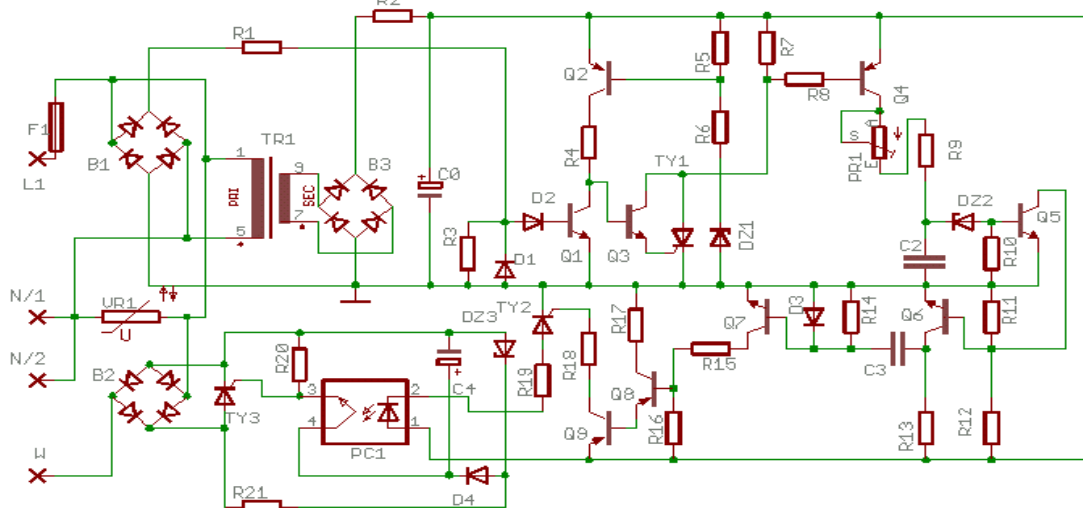
Rysunek 13: Schemat analityczny bloku tyrystora gł. (PC1 włącza TY3 w wybranej chwili a zanik nap. L,N/1 wyłącza).



Rysunek 14: Przebieg analityczny bloku łącznika tyrystorowego włączającego stycznik AC.

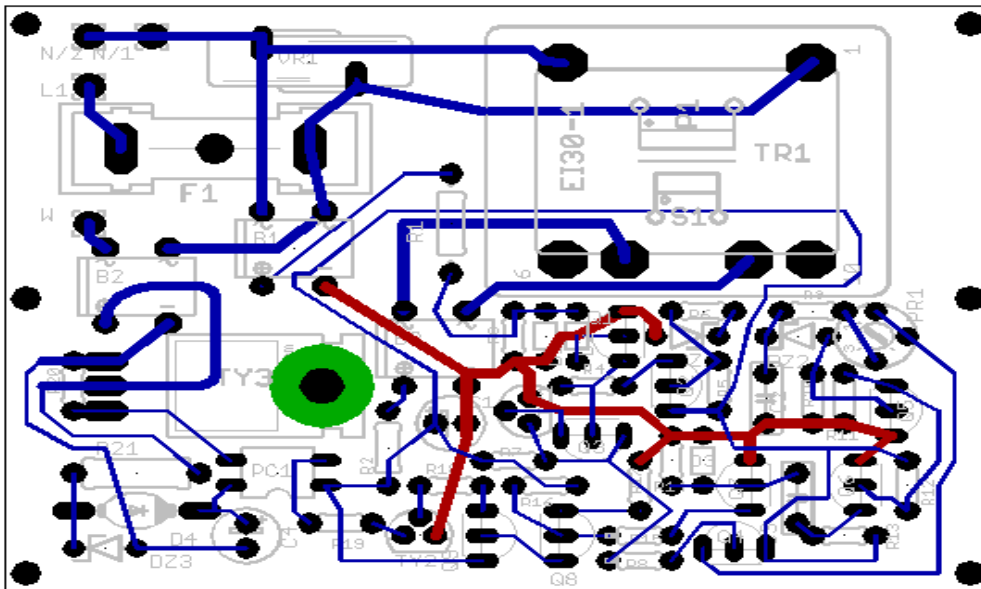
Założenie o niezmiennej w czasie reaktancji cewki stycznika jest dużym przybliżeniem. W rzeczywistości mamy do czynienia z silną zmiennością reaktancji w trwającym kilka okresów procesie zamykania się zwory elektromagnetycznego napędu stycznika AC. Przebieg analityczny prądu cewki stycznika pokazany na rysunku 14 jest przebiegiem poglądowym i odpowiada założeniu o stałości reaktancji cewki stycznika.

3. Edytowanie schematu ideowego zespołu PFZ i obwodu montażowego (płytki PFZ). 3.1. Schemat ideowy zespołu PFZ.



3.2. Schemat montażowy zespołu PFZ.

Zastosowany do projektowania płytek elektronicznych edytor, umożliwił tworzenie na bieżąco i korygowanie oraz optymalizowanie obwodu montażowego płytki. Ponadto edytor generuje zestawienia użytych do budowy elementów i podzespołów elektronicznych w układach alfabetycznym i/lub asortymentowym. Możliwe jest również wygenerowanie wydruków awersu i rewersu obwodu drukowanego oraz innych pomocnych do późniejszego montażu wydruków np. rozmieszczenia elementów z oznaczeniem identyfikującym ich położenie. Na poniższym rysunku 16 pokazany jest widok syntetyczny zaprojektowanego schematu montażowego płytki elektronicznej zespołu do przesuwania fazy załączania PFZ. Kolorem czerwonym pokazane są obwody awersu płytki tj. te prowadzone po stronie wmontowanych w płytkę elementów elektronicznych typu przewlekane. Kolorem niebieskim pokazane są obwody rewersu płytki tj. te znajdujące się po stronie lutowania do punktów montażowych elementów elektronicznych typu przewlekane. Elementy elektroniczne, podzespoły elektroniczne (transformator) i ich oznaczenia podporządkowane schematowi, pokazane są na awersie płytki kolorem jasno szarym.



Rysunek 16: Syntetyczny schemat montażowy płytki zespołu PFZ.

3.3. Zestawienie elementów i podzespołów elektronicznych w zespole PFZ.

Poniżej przedstawiono zestawienie elementów i podzespołów elektronicznych użytych do budowy płytki PFZ. Największym podzespolem jest transformator jednofazowy małej mocy TR1. Zastosowano tutaj podzespół bezpośrednio wlotowywany w płytkę montażową. Takie wykonanie jest możliwe, ponieważ transformator typu EI 30_1 charakteryzuje się małymi wymiarami i niewielką masą. Z większych elementów należy wymienić wlotowywaną podstawę bezpiecznika rurkowego oraz dyskowy warystor tlenkowy typu S14K300. Ww. większe elementy należy przykleić do płytki montażowej klejem zalecanym dla technologii takiego montażu. Pozostałe części to drobne standardowe elementy elektroniczne montowane do płytki bezpośrednio w sposób przewlekany na jak najkrótszych wyprowadzeniach celem zapewnienia dużej odporności na drgania i wstrząsy.

ILOŚĆ	WARTOŚĆ	TYP ELEMENTU	SYMBOL
4		ZACISK 2,54/1,1	L1, N/1, N/2, W
2	1.5k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R6, R17
1	1.6A/230V	BEZPIECZNIK GSH15	F1
3	1A,600V	MOSTEK PROSTOWNICZY B-DIL	B1, B2, B3
	12k/2W	REZYSTOR R-EU_0309/10	R21
	33.3k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R7, R15, R19
	26.8k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R13, R18
1	10/0.25W	REZYSTOR R-EU_0204/7	R2
1	10n/100V	KONDENSATOR C-EU050-025X075	C3
6	12k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R3, R4, R5, R9, R12, R20
3	15k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R10, R11, R14
1	100k/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R8
3	100mA/100V	DIODA D-5	D1, D2, D3
2	100u/25V	KONDENSATOR CPOL-EUE2.5-6	C1, C4
1	147n/100V	KONDENSATOR C-EU050-025X075	C2
1	220k/0.25W	REZYSTOR R-EU_0207/10	R1
1	230/15V	TRANSFORMATOR EI30-1	TR1
1	300/0.125W	REZYSTOR R-EU_0204/5	R16
5	BC548B	TRANZYSTOR BC548B	Q1, Q3, Q5, Q6, Q7
4	BC558B	TRANZYSTOR BC558B	Q2, Q4, Q8, Q9
2	BT149	TYRYSTOR BT149	TY1, TY2
1	BT151	TYRYSTOR BT151	TY3
1	C7.5V/1W	STABILISTOR ZD-5	DZ2
1	C12V/1W	STABILISTOR ZD-5	DZ3
1	C18/1W	STABILISTOR ZD-5	DZ1
1	PC817	TRANSOPTOR PC817	PC1
1	RG 1A/100V	DIODA RG1	D4
1	S14K300	WARYSTOR S14K300	VR1
1	S75P150k	POTENCJOMETR TRIM_EU-S75P	PR1

4. Literatura:

Lit. A) ICAP/4Students, Interactive Circuit Design Tools, Featuring Analog and Mixed Signal Simulation with IsSpice4, ICAP/4Lite Copyright, Intusoft 1994-95, FOR EDUCATIONAL USE ONLY!

Lit. B) EAGLE, Easily Applicable Graphical Layout Editor, Version 4.13 for Windows, Light Edition, Copyright (c) 1988-2004, Cad Soft, All rights reserved worldwide, Single User License #62191E841E-LSR-WLM-1EL, FOR EDUCATIONAL USE ONLY!

KONIEC OPRACOWANIA