

## Podsystemy projektowe

- ✓ zasilanie: źródło napięcia stałego 400...900V.
- ✓ falowanie: 3-fazowy tranzystorowy mostek z elementami IGBT.
- ✓ odbieranie mocy:
  - a) RL,
  - b) MA.
- ✓ sterowanie:
  - a) sprzężenie prądowe z regulacją nadążną (reg. histerezy),
  - b) sprzężenie napięciowe z filtrem i regulatorem typu PI,
  - c) zadawanie skalarnego sterowania  $U/f=const.$

## Podsystem falowania

### *Informacje, dotyczące falownika*

Przekształtnik, służący do przetwarzania energii, dostarczanej ze źródła napięcia lub prądu stałego w energię napięcia lub prądu przemiennego nazywamy **falownikiem**. Rolę tego falownika pełni 3-fazowy mostkowy układ tranzystorów IGBT. Tranzystory te łączą w sobie zalety tranzystorów typu MOS (sygnały sterujące, doprowadzone do bramki tych półprzewodników są sygnałami napięciowymi) i BJT (dostatecznie mały spadek napięcia w czasie przewodzenia). Dzięki takiej hybrydowej strukturze elementów IGBT uzyskuje się bardziej równomierny rozkład prądu w tym elemencie. Odzwierciedla się to na zwiększeniu dopuszczalnych gęstości prądu przy równoczesnym zmniejszeniu gabarytów w porównaniu z tranzystorami bipolarnymi i polowymi mocy.

Decyzja o wyborze tego czy innego układu przekształtnikowego musi być poprzedzona analizą maksymalnego prądu, pobieranego przez odbiornik, maksymalnego napięcia sieci oraz dynamicznych właściwości projektowanego układu zasilania.

## Podsystem sterowania

Podstawowym zadaniem układu automatycznej regulacji jest odwzorowanie przez sygnał regulowany sygnału zadanego. Może być to wykonane jedynie z pewną dokładnością, bowiem podczas pracy układu powstaje uchyb regulacji, stanowiący różnicę między wielkością regulowaną a jej wartością zadaną, generowany np. na skutek działania zakłócenia, fizycznych możliwości realizacji technicznej układu, własnościami transmitancji układu otwartego itp.

### *Informacje, dotyczące histerezyowego regulatora prądu*

Po załączeniu napięcia prąd w danej fazie narasta aż do osiągnięcia dopuszczalnej wartości maksymalnej  $I_{max}$ . W tym momencie następuje wyłączenie zasilania tej fazy, prąd opada do wartości  $I_{min}$ . Czas, w ciągu którego jest dostarczana energia do danej fazy  $t_{on}$  oraz czas, w ciągu którego jest odcinany dopływ energii  $t_{off}$  uzależniony od szerokości pętli histerezy  $I_{max}-I_{min}$ .

Taki typ regulatora umożliwia skrócenie czasu regulacji (w porównaniu z liniowym regulatorem typu PI) co odzwierciedla się na zwiększeniu dynamiki układu. Natomiast, ciemną jego stroną jest zmienna częstotliwość łączeń kluczy półprzewodnikowych, co daje nieprzyjemny hałas, szczególnie przy pracy maszyny w zakresach dolnych prędkości kątowych. Niedogodności tych można uniknąć, stosując oddzielny blok modulatora, zapewniającego stałą częstotliwość łączeń oraz w niezbędny sposób zdefiniowane spektrum harmonicznych napięcia wyjściowego falownika.

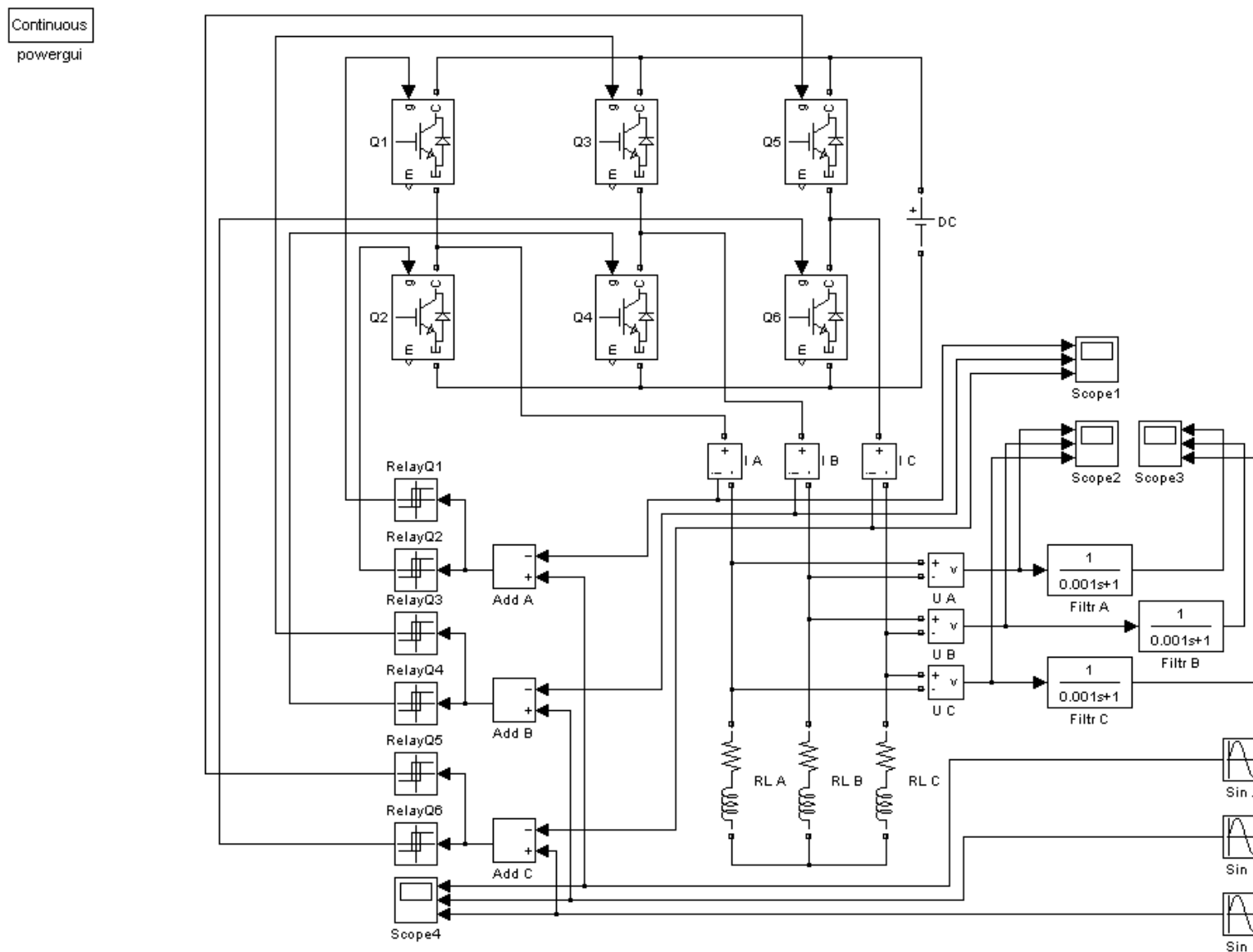
### ***Informacje, dotyczące regulatora napięcia***

Podjęcie decyzji o wyborze regulatora ze strukturą proporcjonalno-całkującą uwarunkowane charakterem jego pracy, a mianowicie działaniem forsującym, potrzebnym do kompensacji inercji ze względu na obecność dużych stałych czasowych obiektu regulacji (tą czynność wykonuje część proporcjonalna regulatora) oraz działaniem całkującym, pozwalającym minimalizować uchyb regulacji w stanie ustalonym (tą czynność wykonuje część całkująca regulatora).

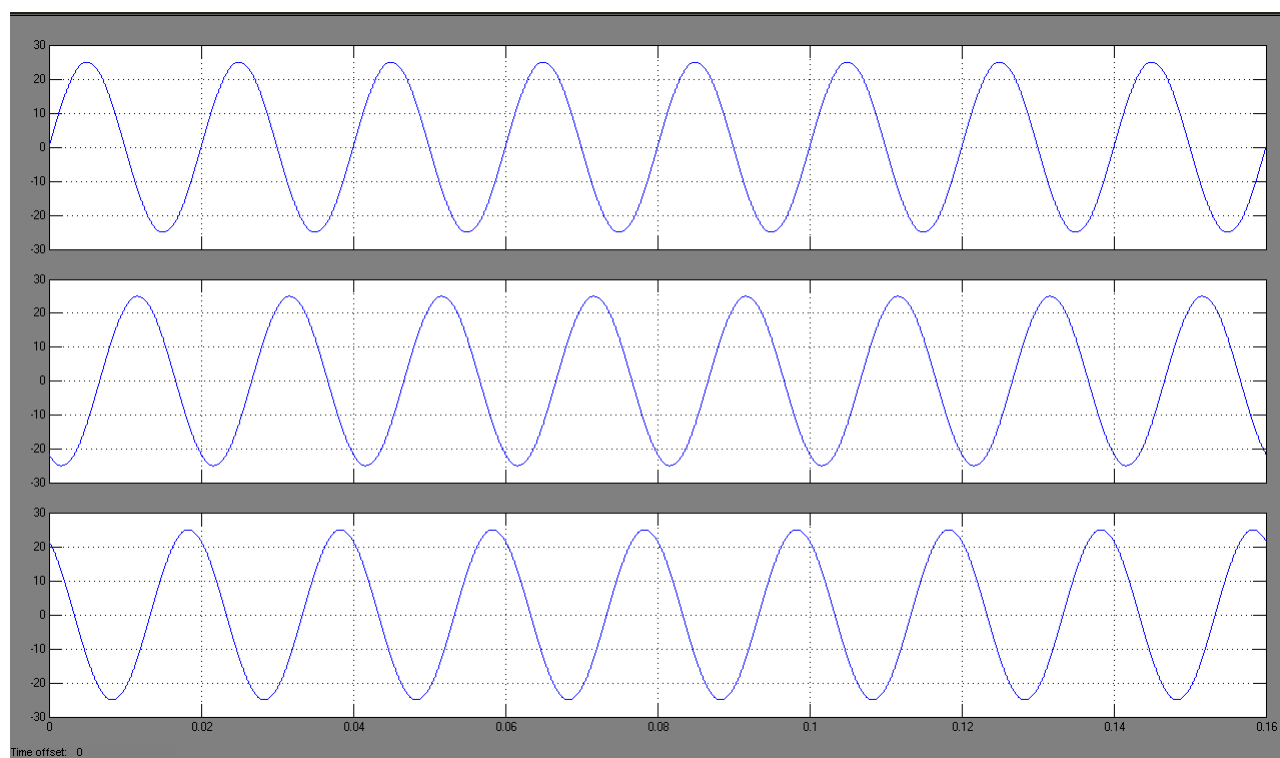
### ***Informacje, dotyczące zadajnika skalarnego sterowania $U/f=const$***

Na podstawie zależności obowiązujących dla stanów ustalonych, nastawiane są tylko amplitudy i prędkości kątowne (częstotliwości) wektorów przestrzennych napięć, prądów i strumieni skojarzonych silnika. Układ sterowania nie oddziałuje na wzajemne położenie (orientację) wektorów. Przy utrzymaniu warunku  $U/f=const$  strumień stojana pozostaje stałym, co odzwierciedla się na proporcjonalności momentu elektromagnetycznego do częstotliwości poślizgu. Zaletą tego typu sterowania jest niezwykle prosta struktura układu sterującego, natomiast do wad można zaliczyć brak kontroli momentu rozwijanego przez silnik w stanach przejściowych, odprężenia dynamicznego pomiędzy sterowaniem momentem i strumieniem, możliwości 100% dynamicznego wykorzystania falownika i silnika.

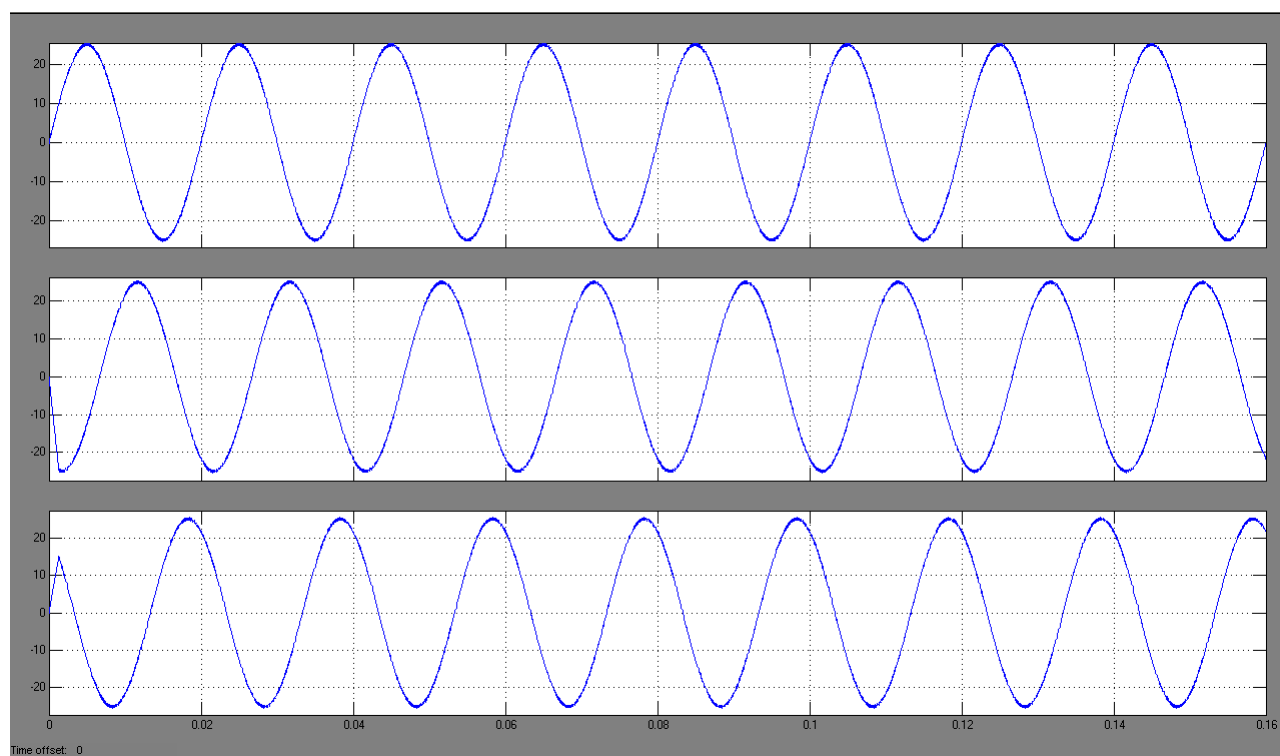
# System sterowania prądem odbiornika RL



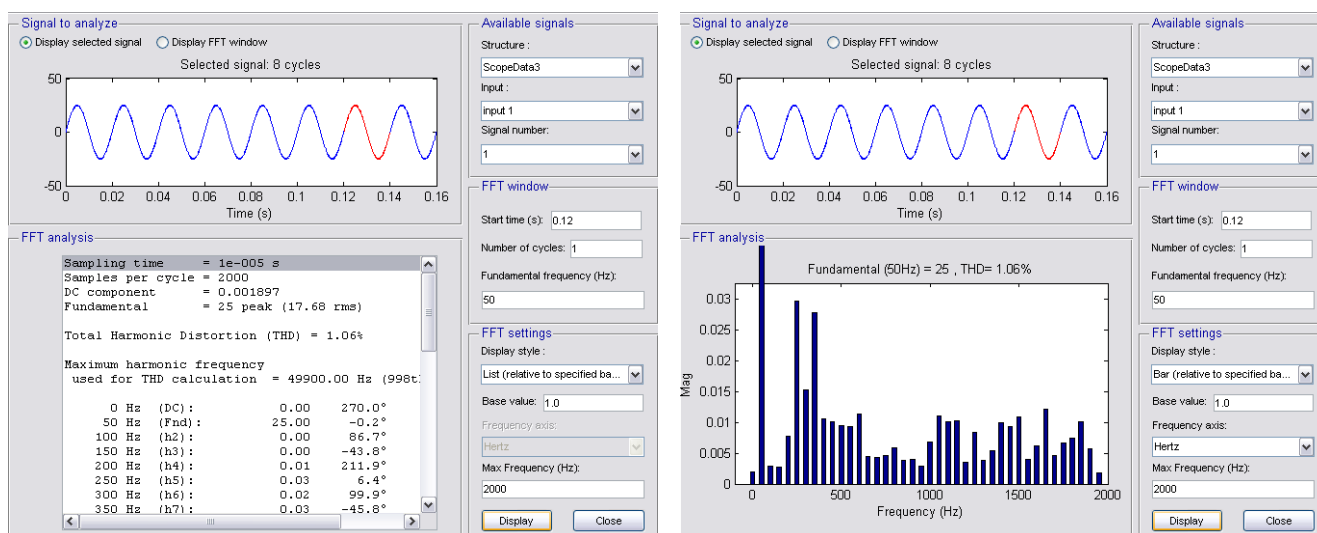




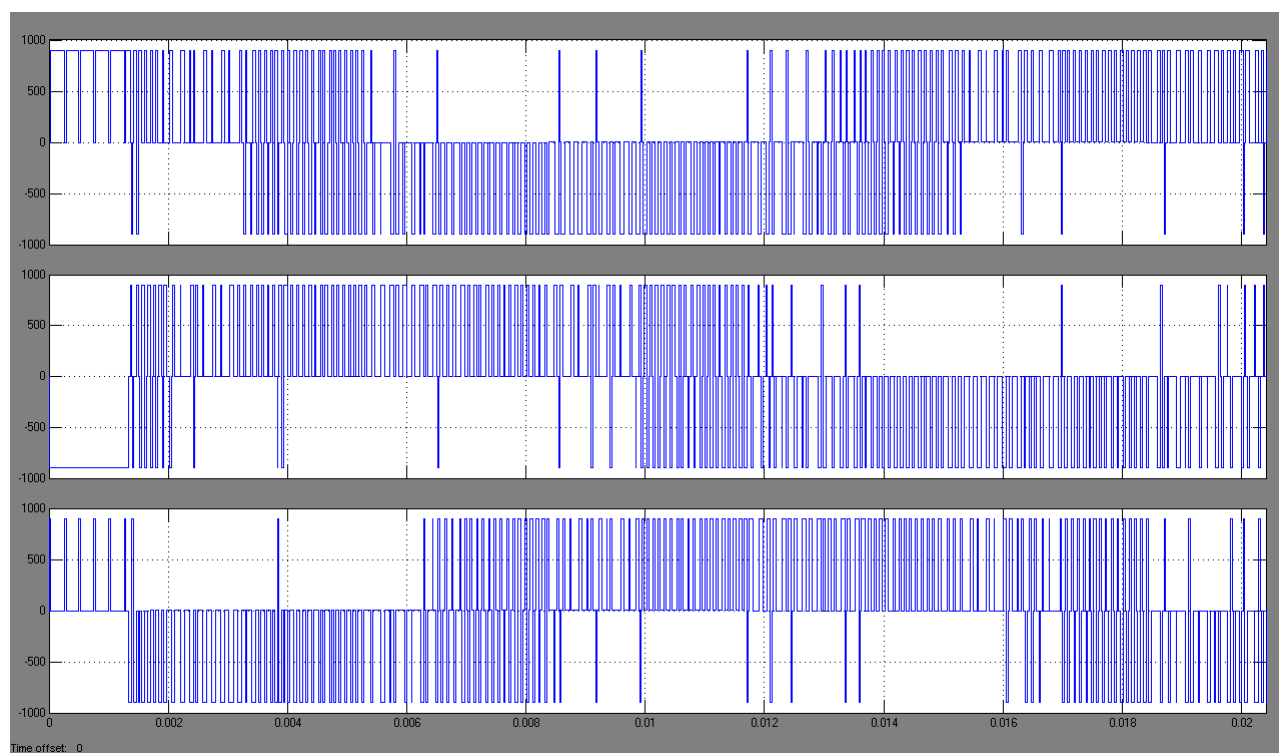
Prąd zadany



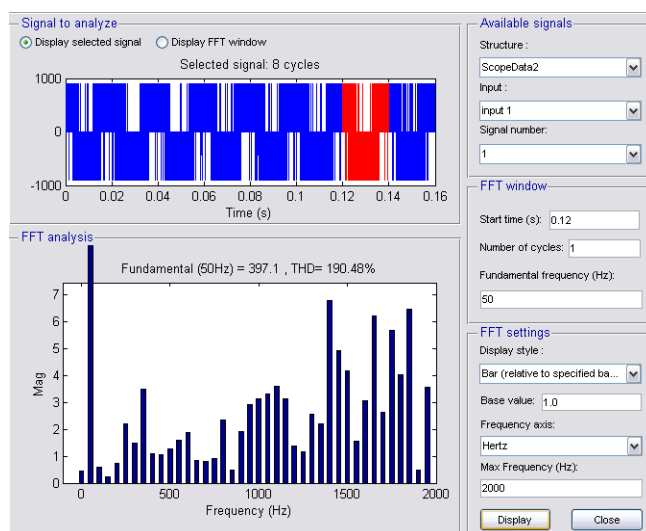
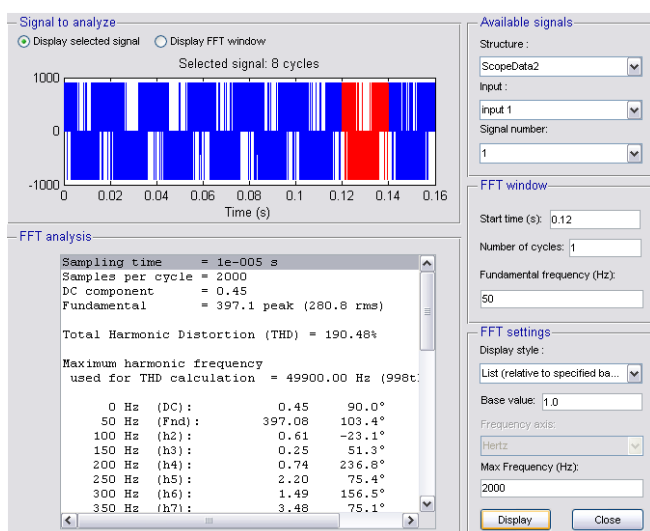
Prąd mierzony



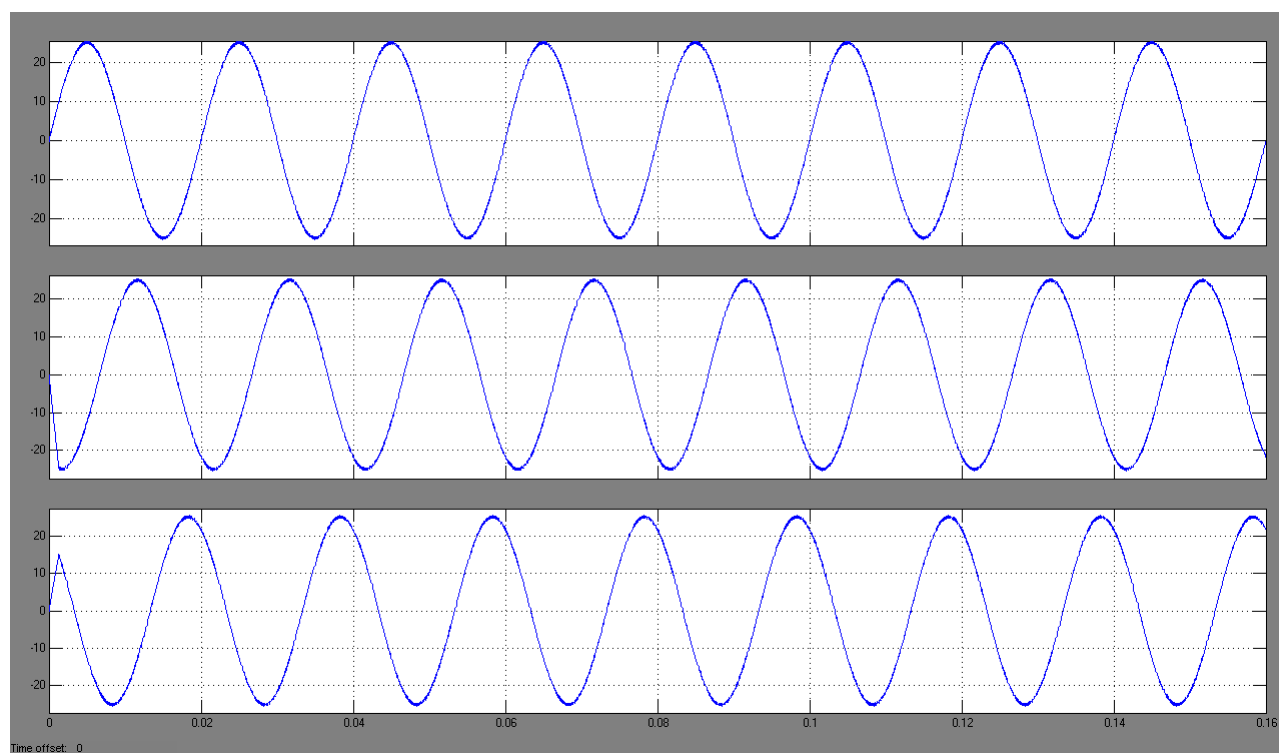
## Analiza na zawartość harmoniczną w prądzie



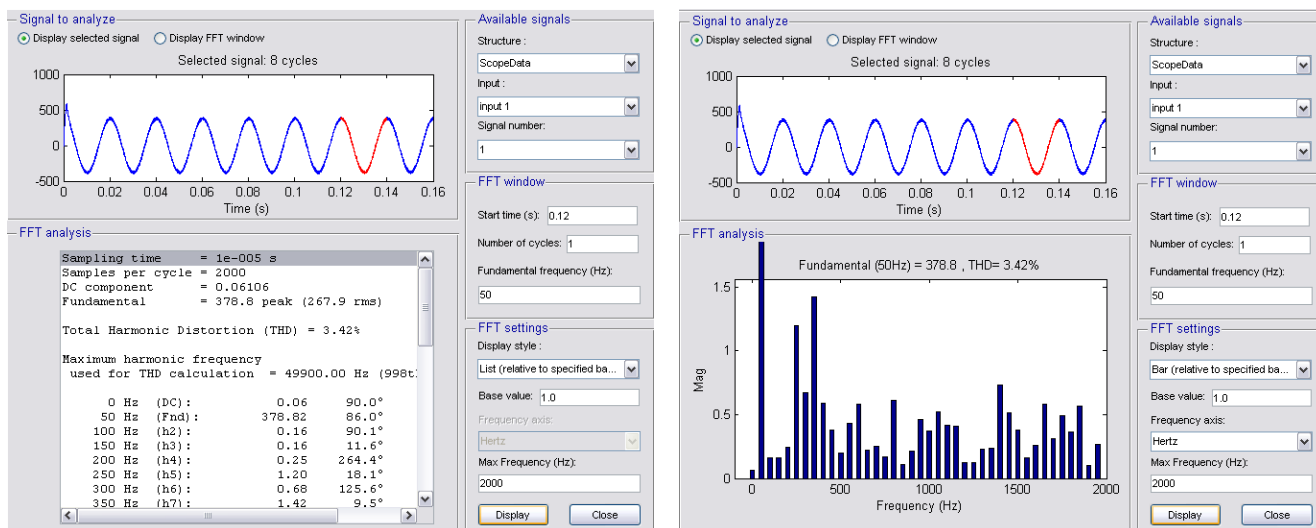
Napięcie na zaciskach odbiornika



## Analiza na zawartość harmoniczną w napięciu

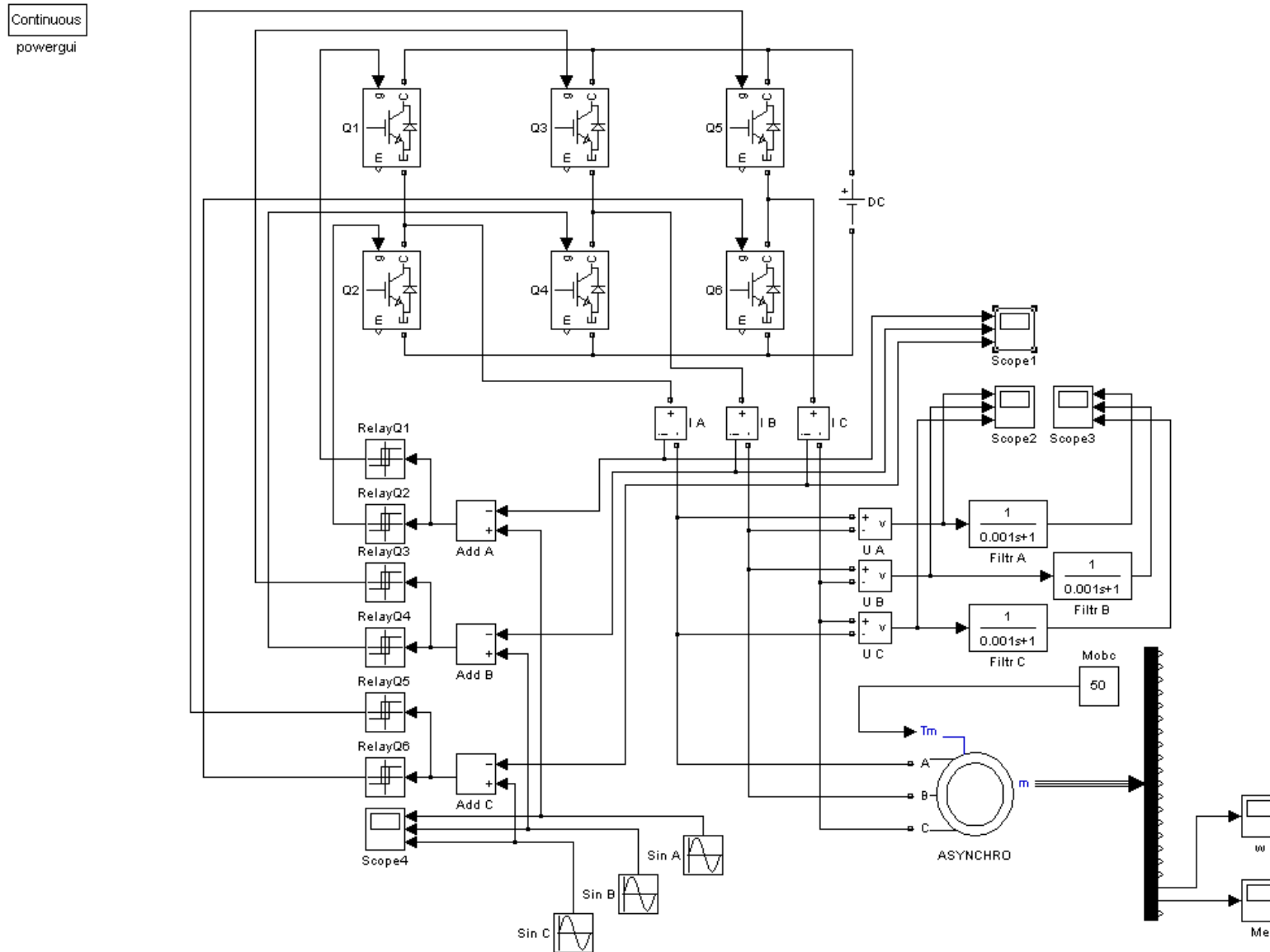


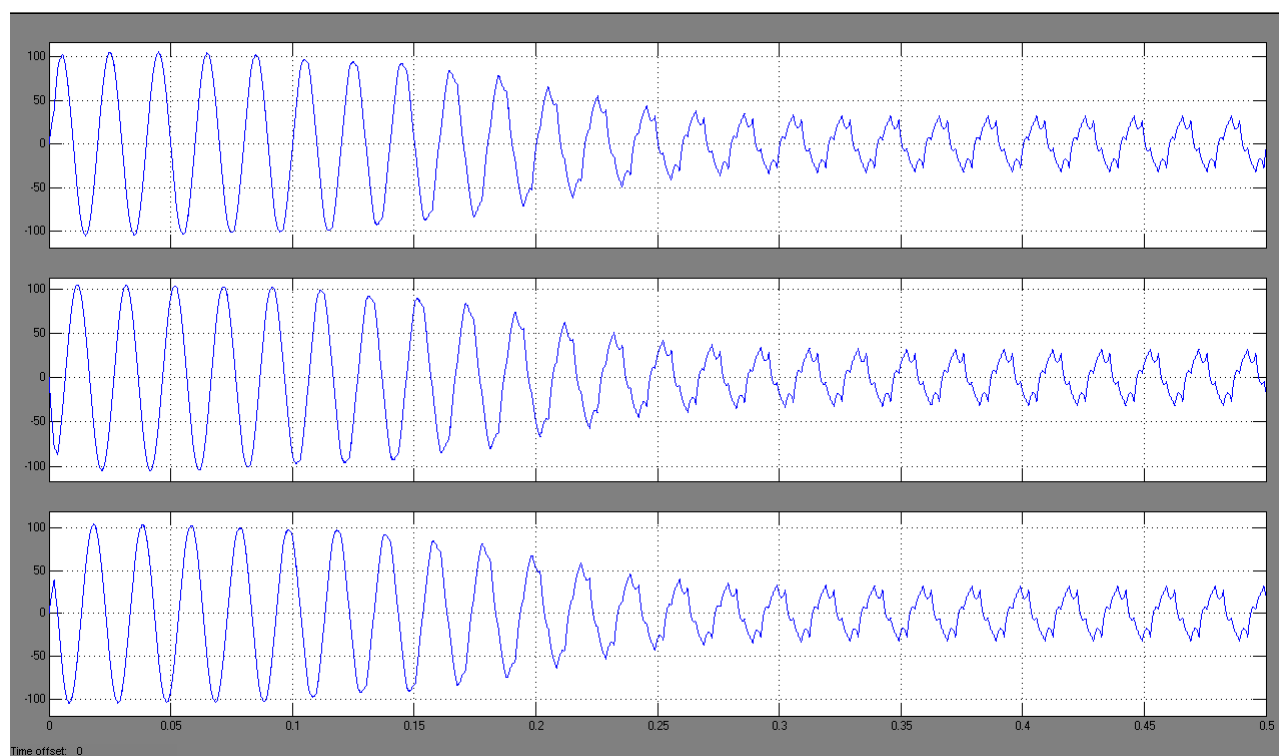
Wysłuchane napięcie na zaciskach odbiornika



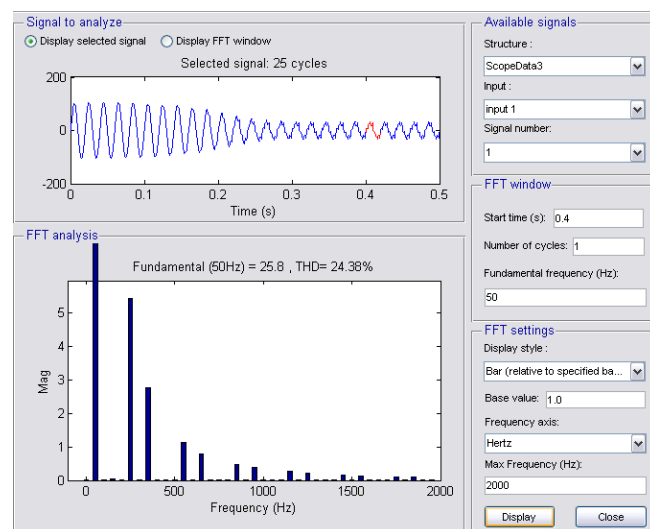
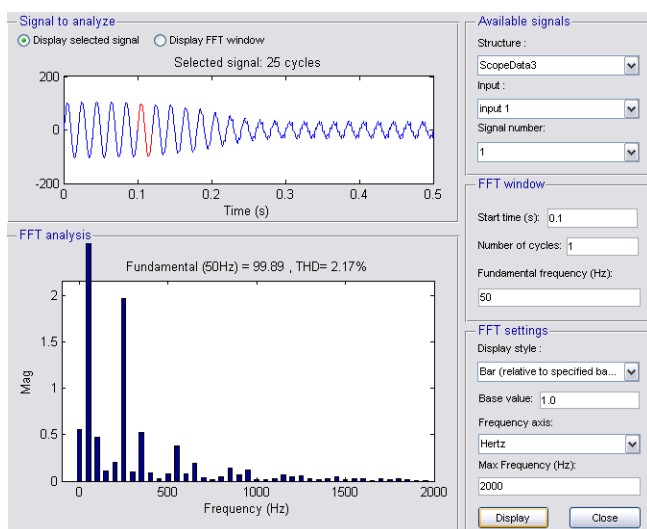
Analiza na zawartość harmoniczných w wyfiltrowanym napięciu

## System sterowania prądem MA

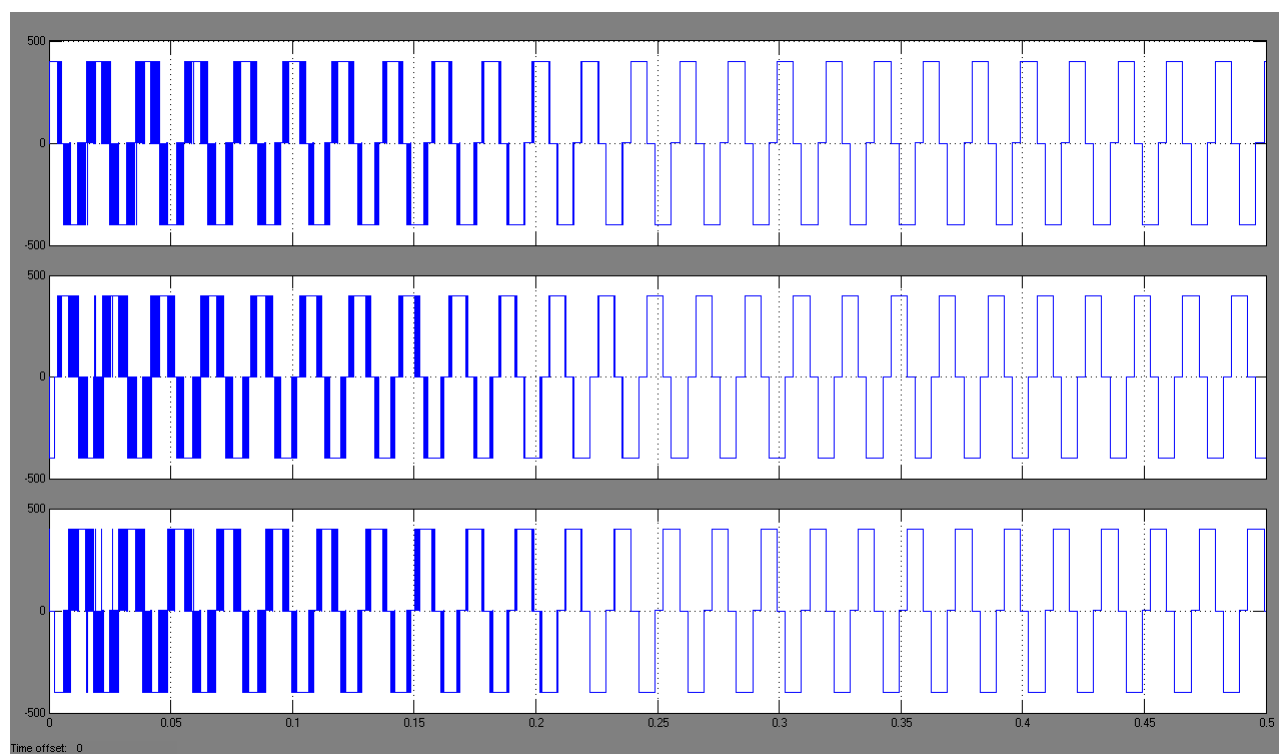




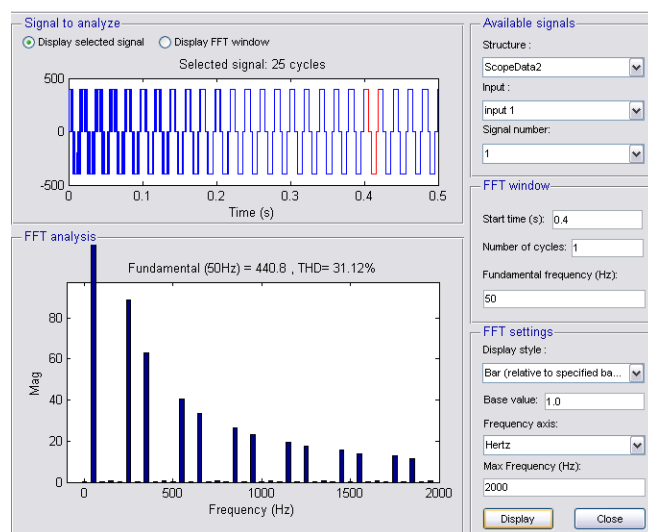
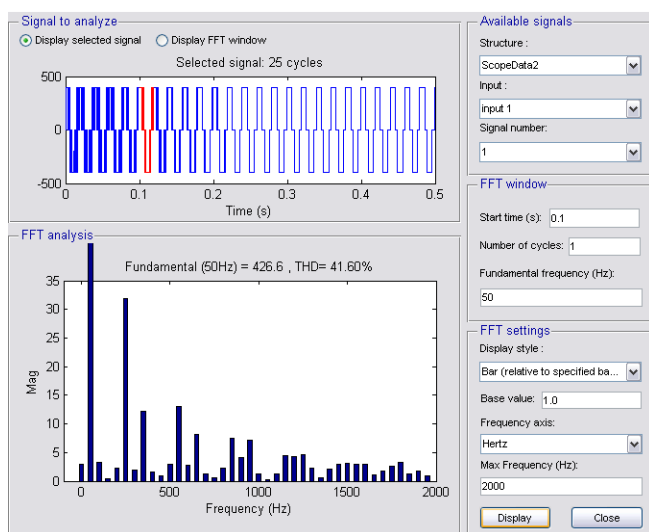
Prąd mierzony



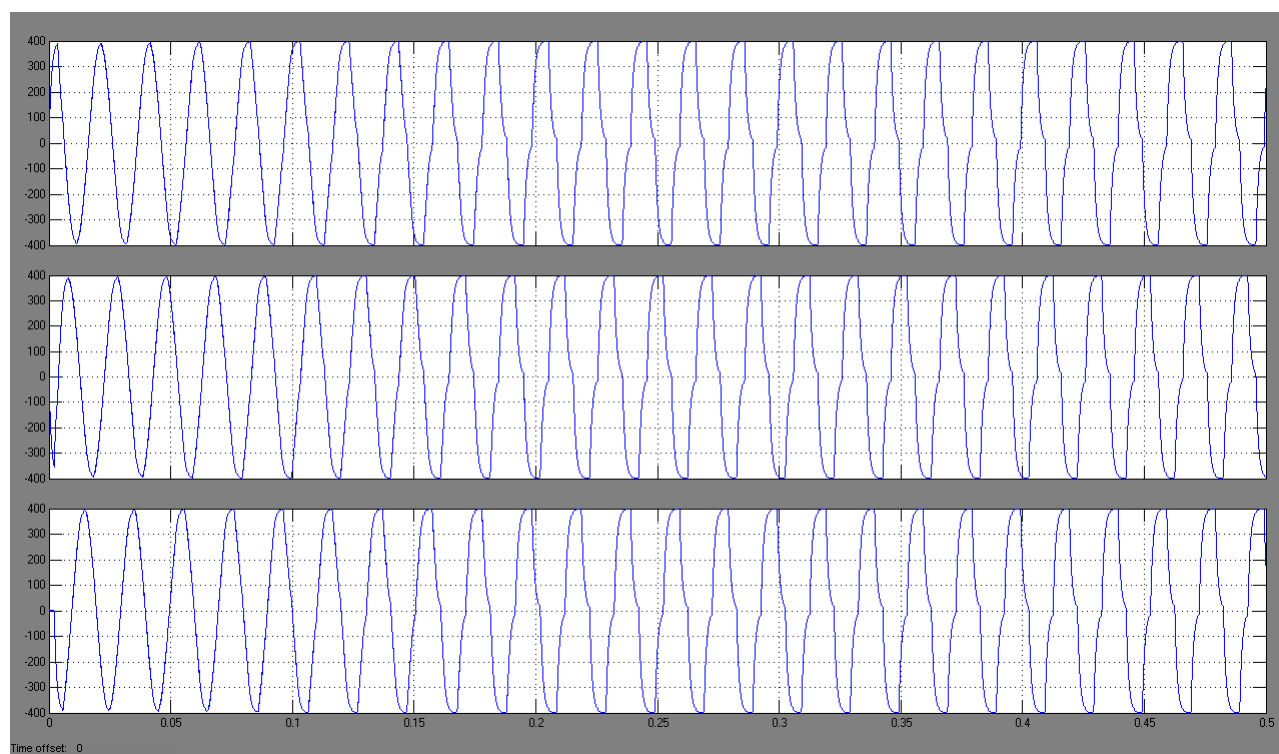
Analiza na zawartość harmoniczných w prądzie



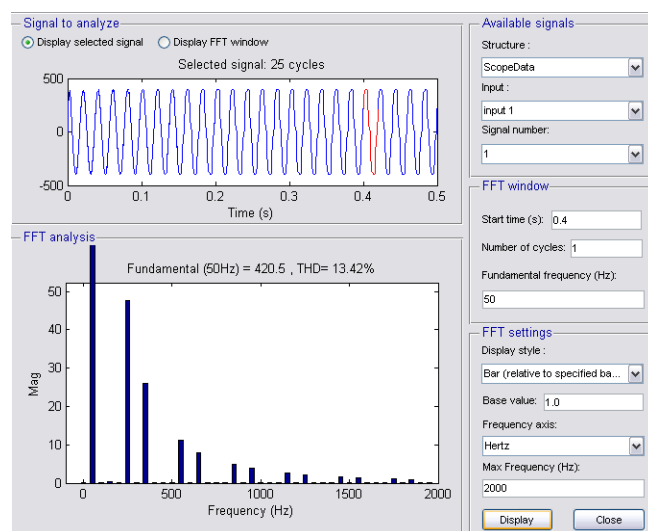
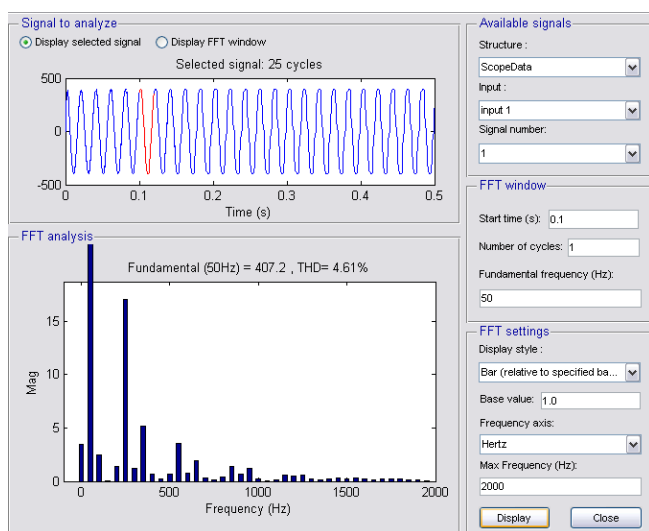
Napięcie na zaciskach odbiornika



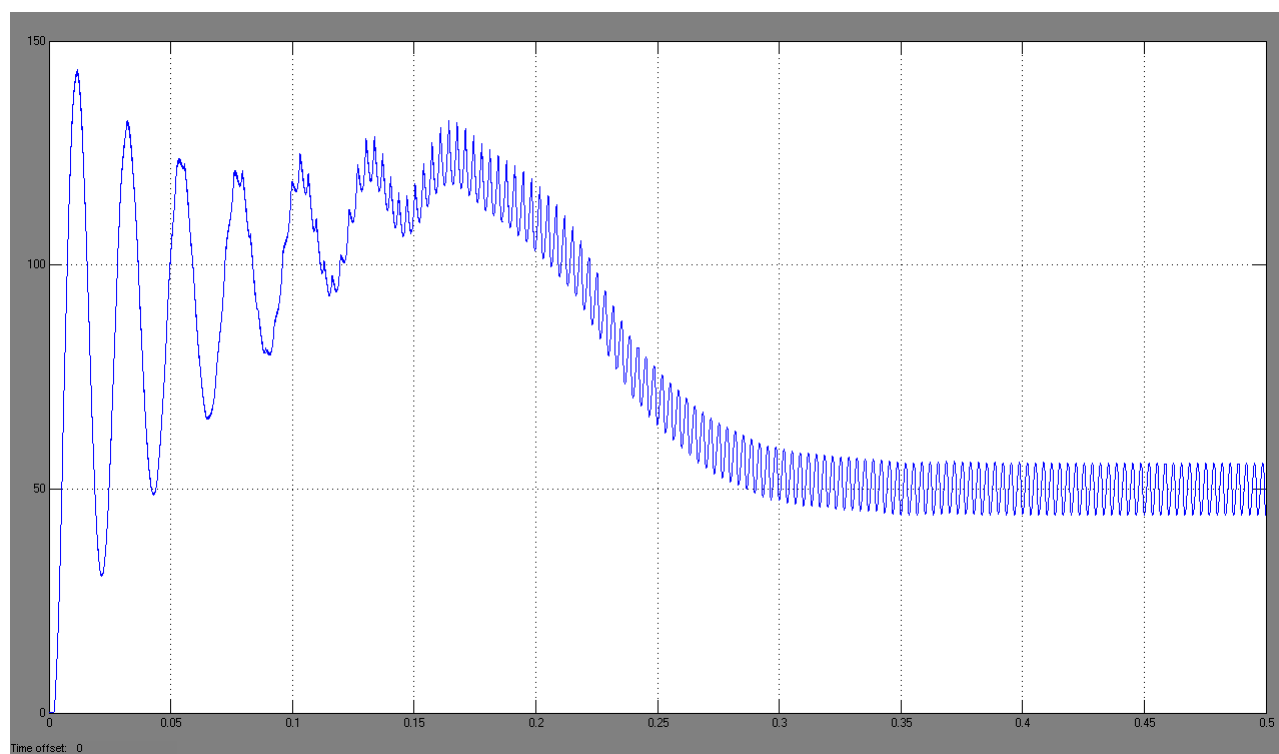
Analiza na zawartość harmoniczną w napięciu



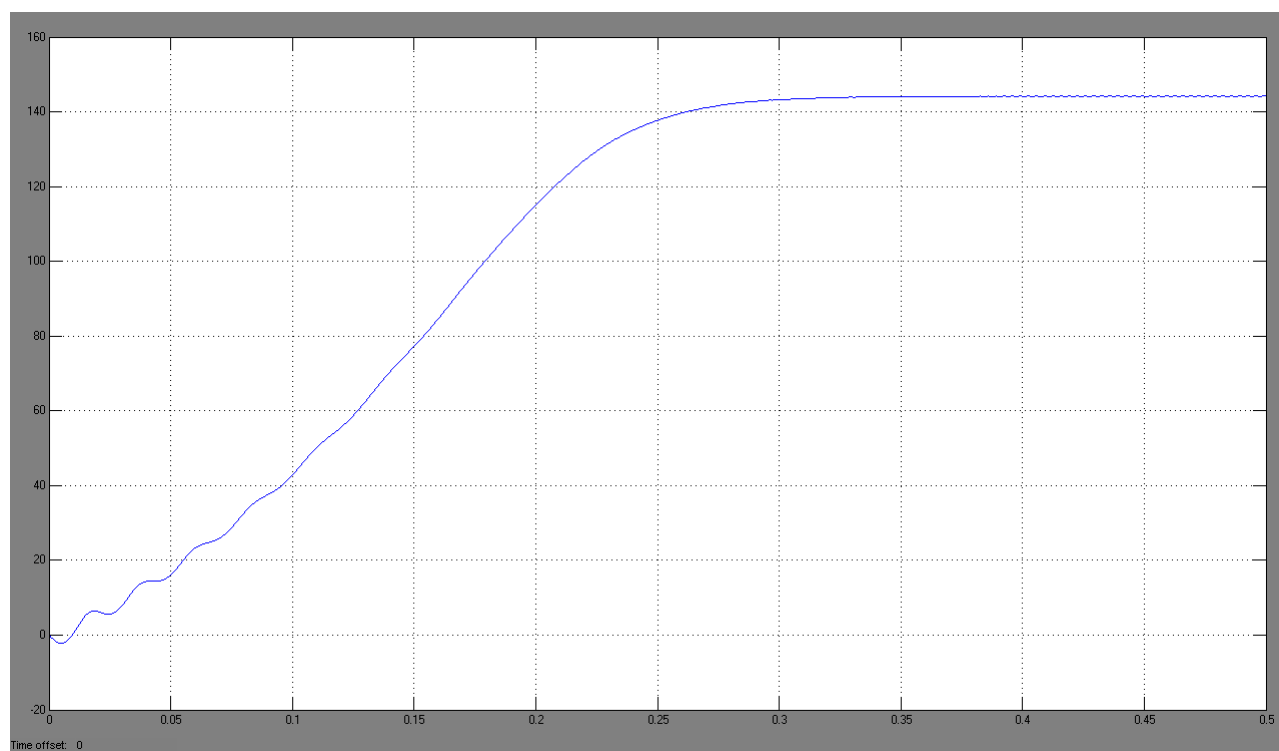
Wyfiltrowane napięcie na zaciskach odbiornika



Analiza na zawartość harmoniczną w wyfiltrowanym napięciu

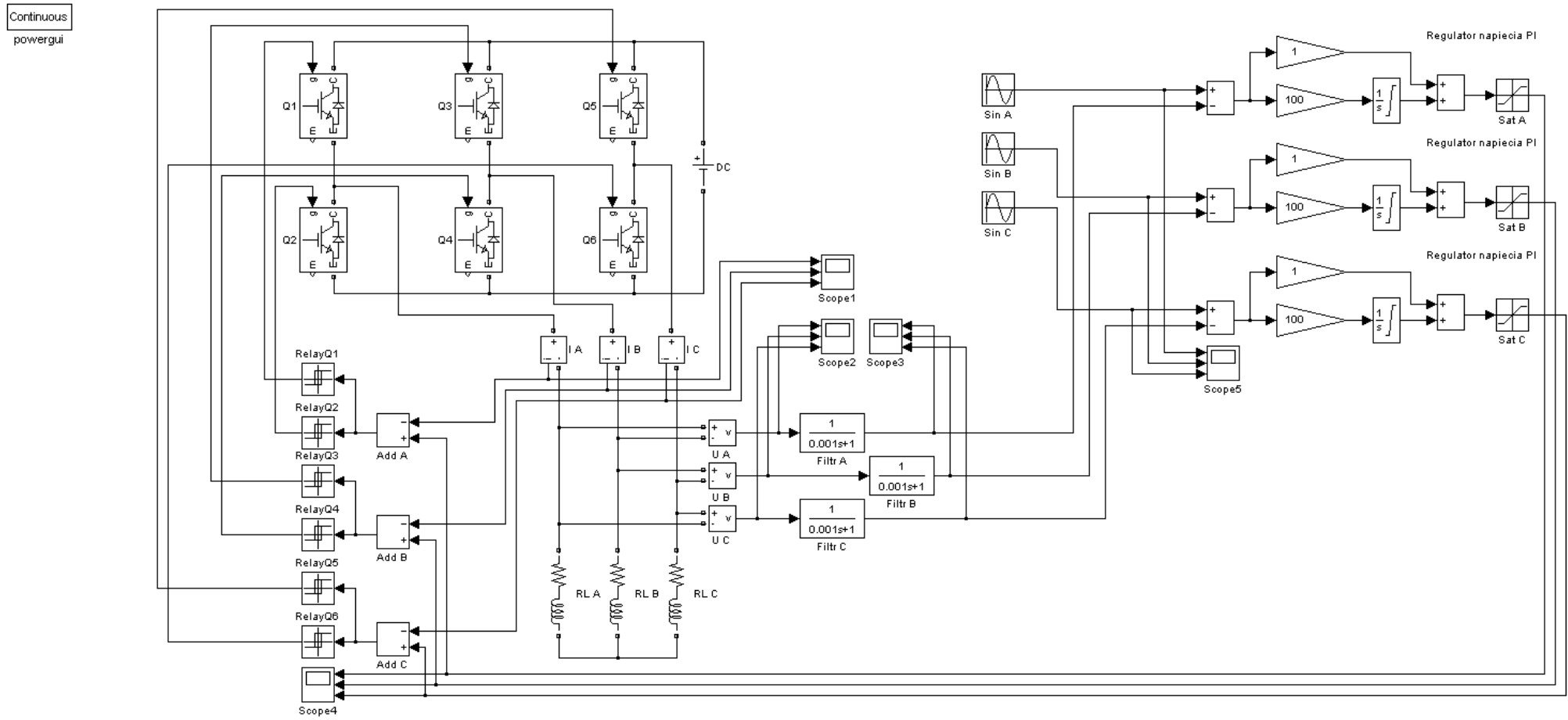


Moment elektromagnetyczny

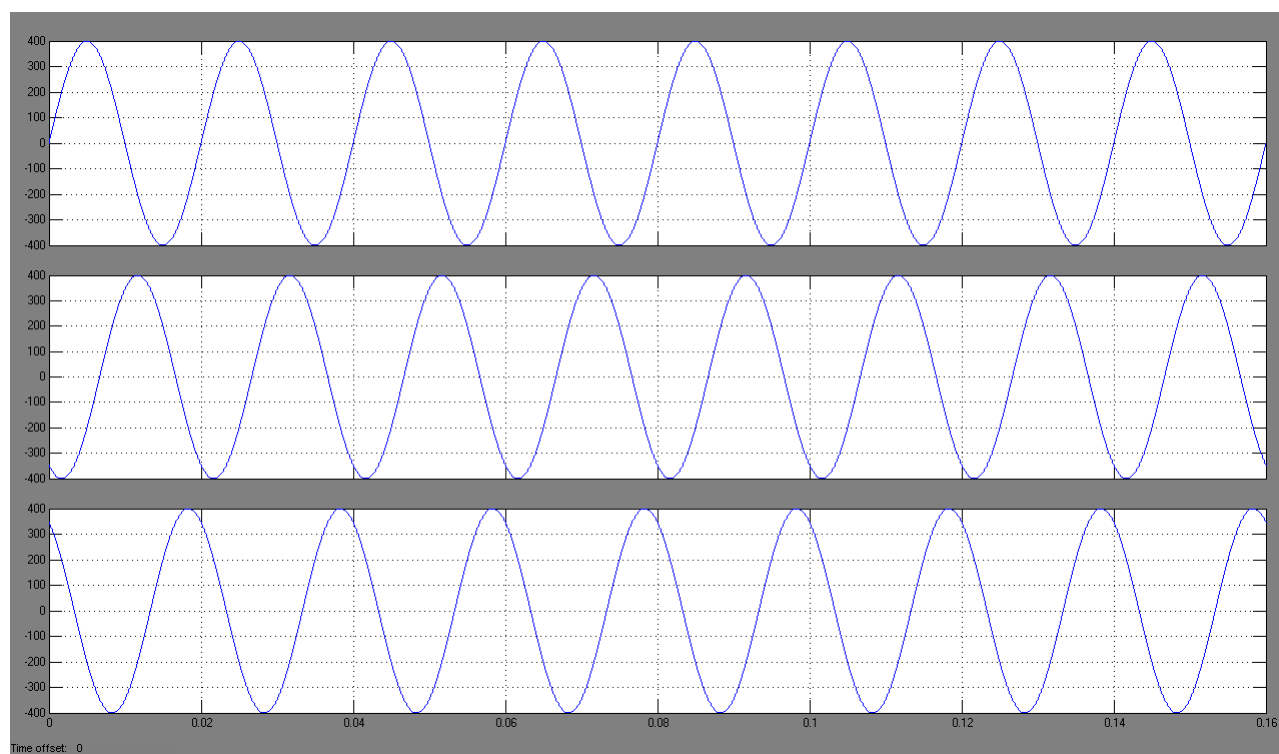


Prędkość obrotowa

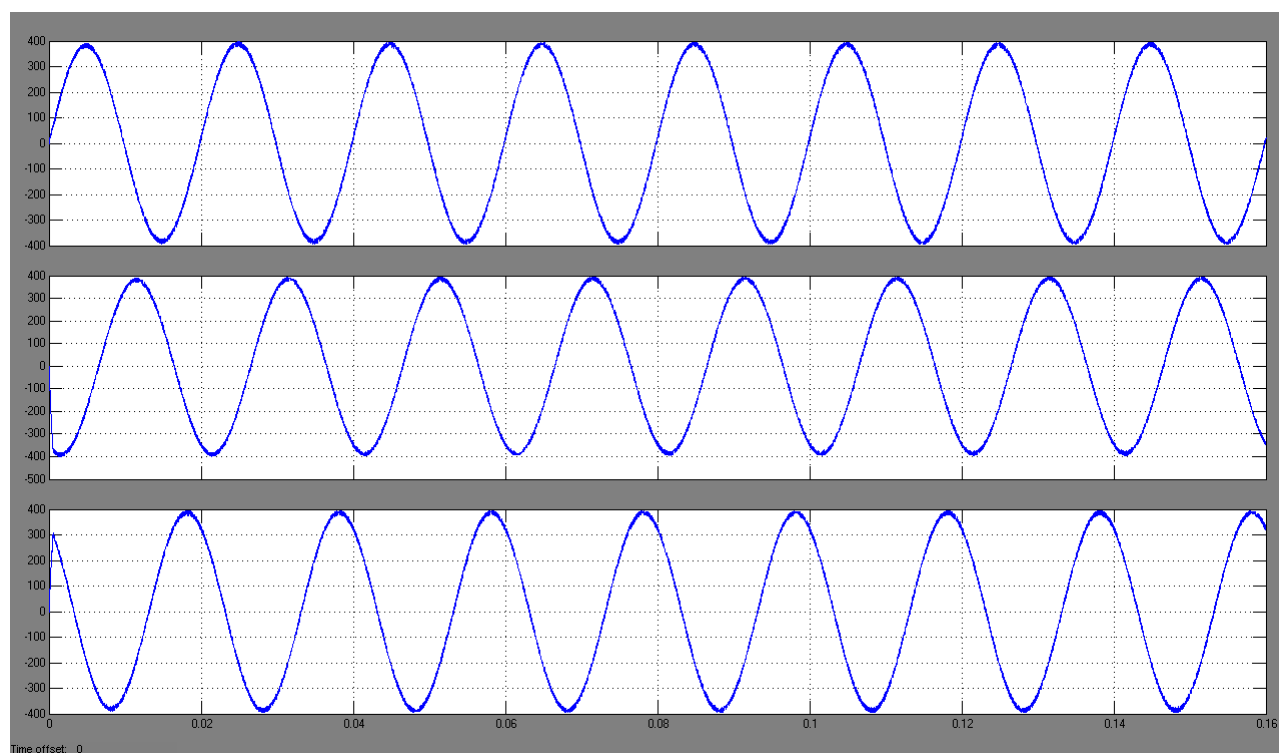
## System sterowania napięciem odbiornika RL



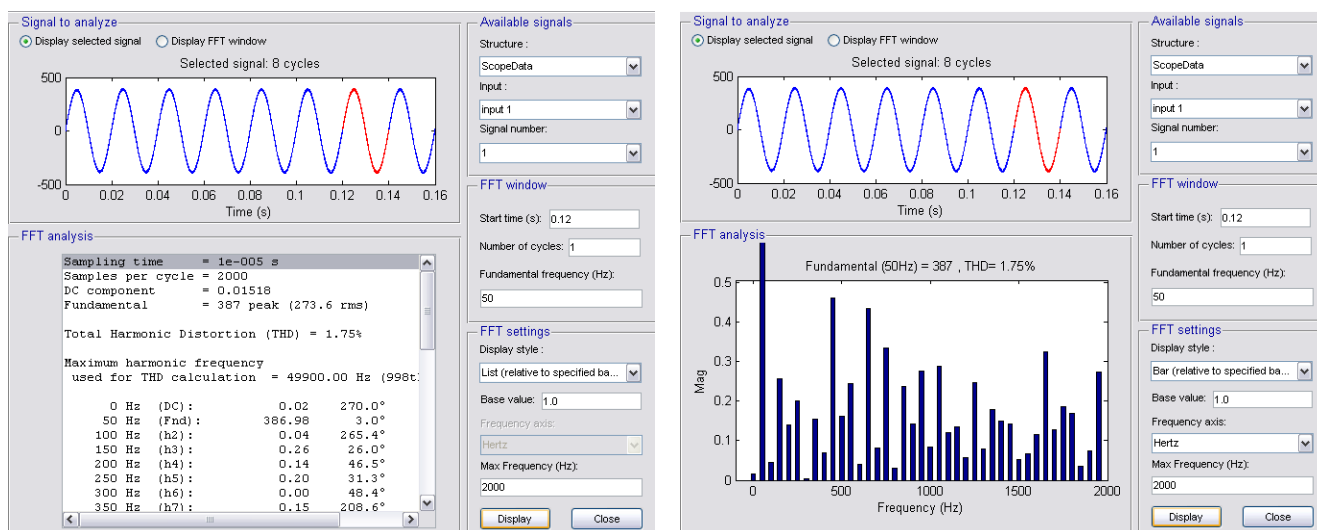




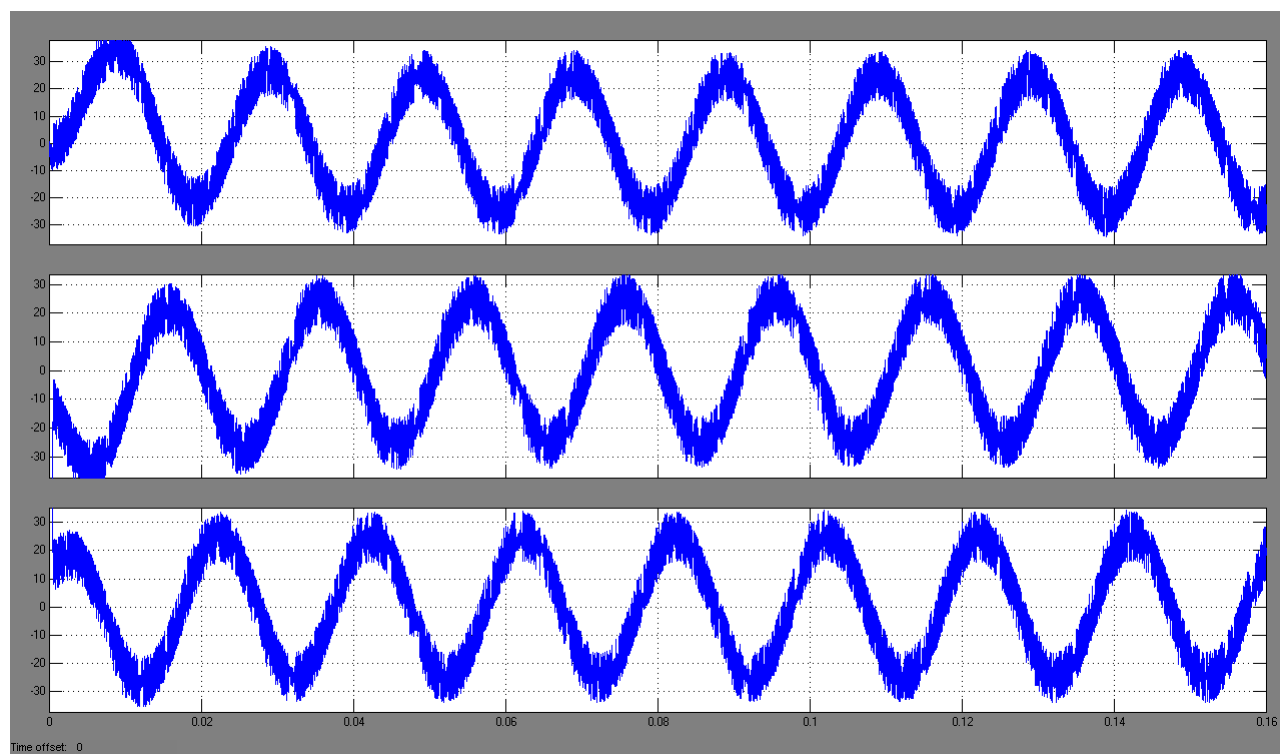
Zadane napięcie



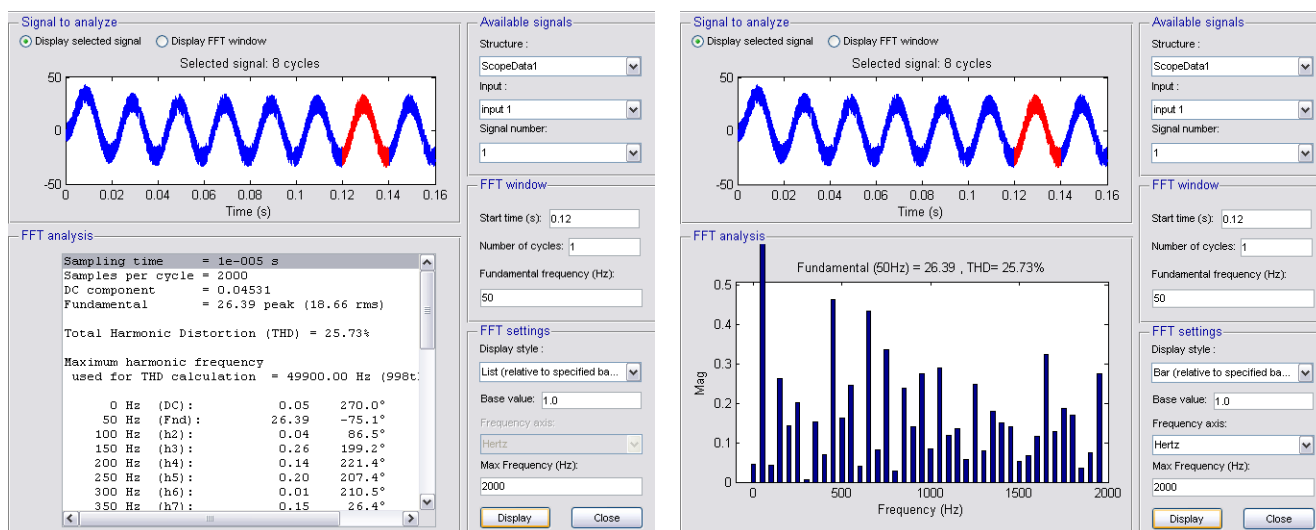
Wyfiltrowane napięcie mierzone



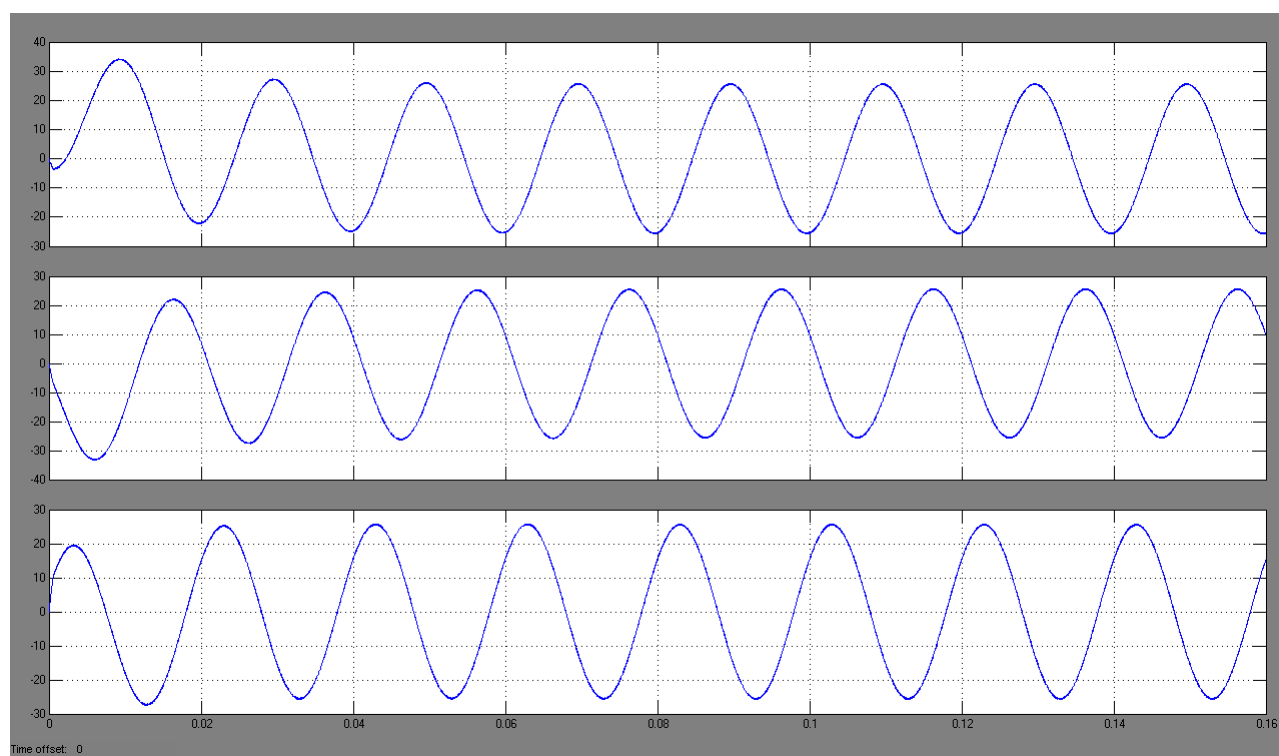
Analiza na zawartość harmoniczných w wyfiltrowanym napięciu mierzonym



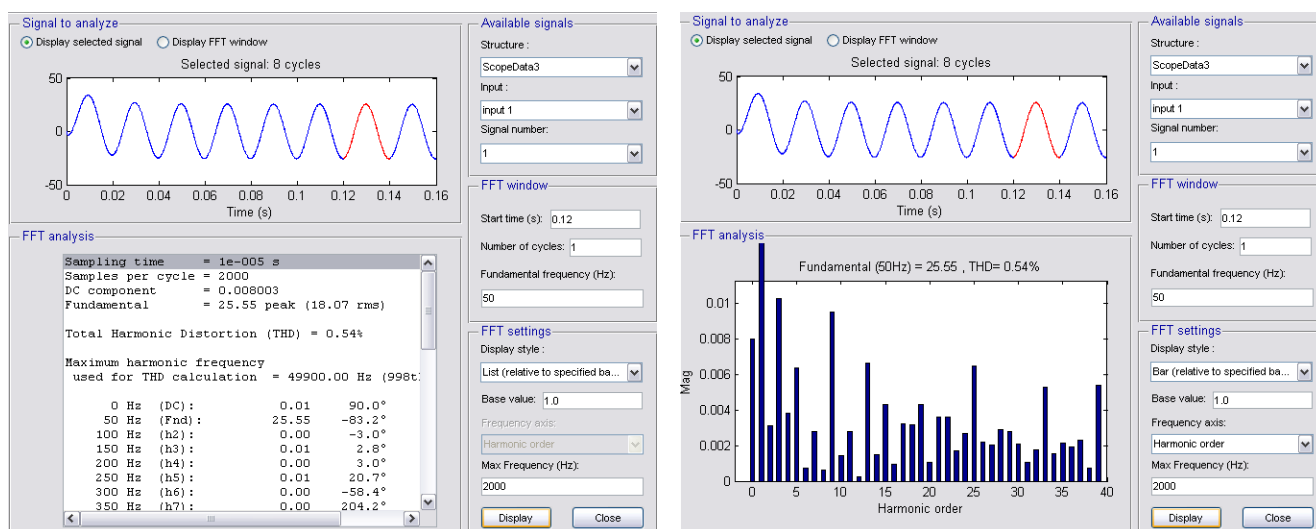
Prąd zadany



Analiza na zawartość harmoniczną w zadanym prądzie

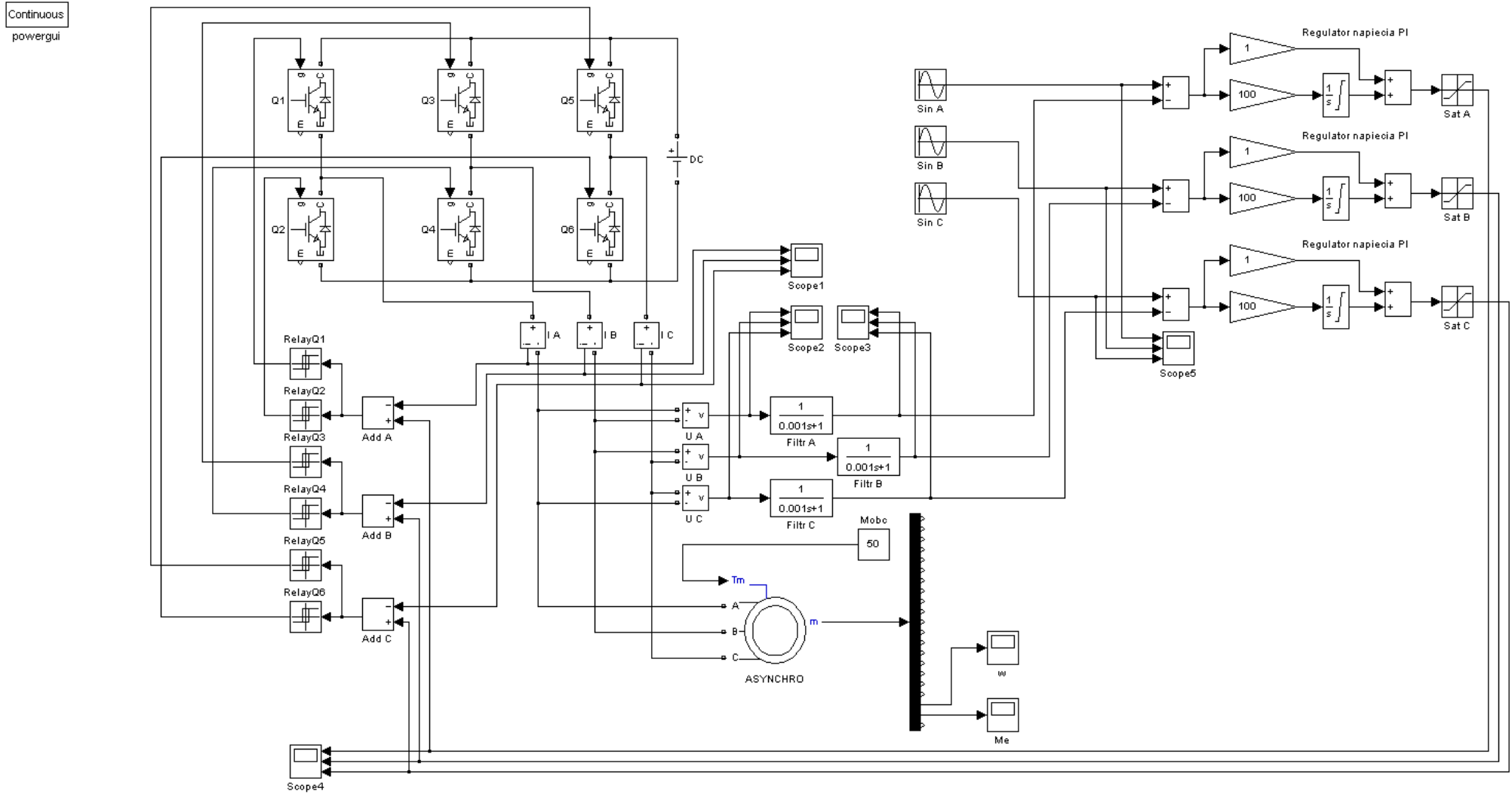


Prąd mierzony

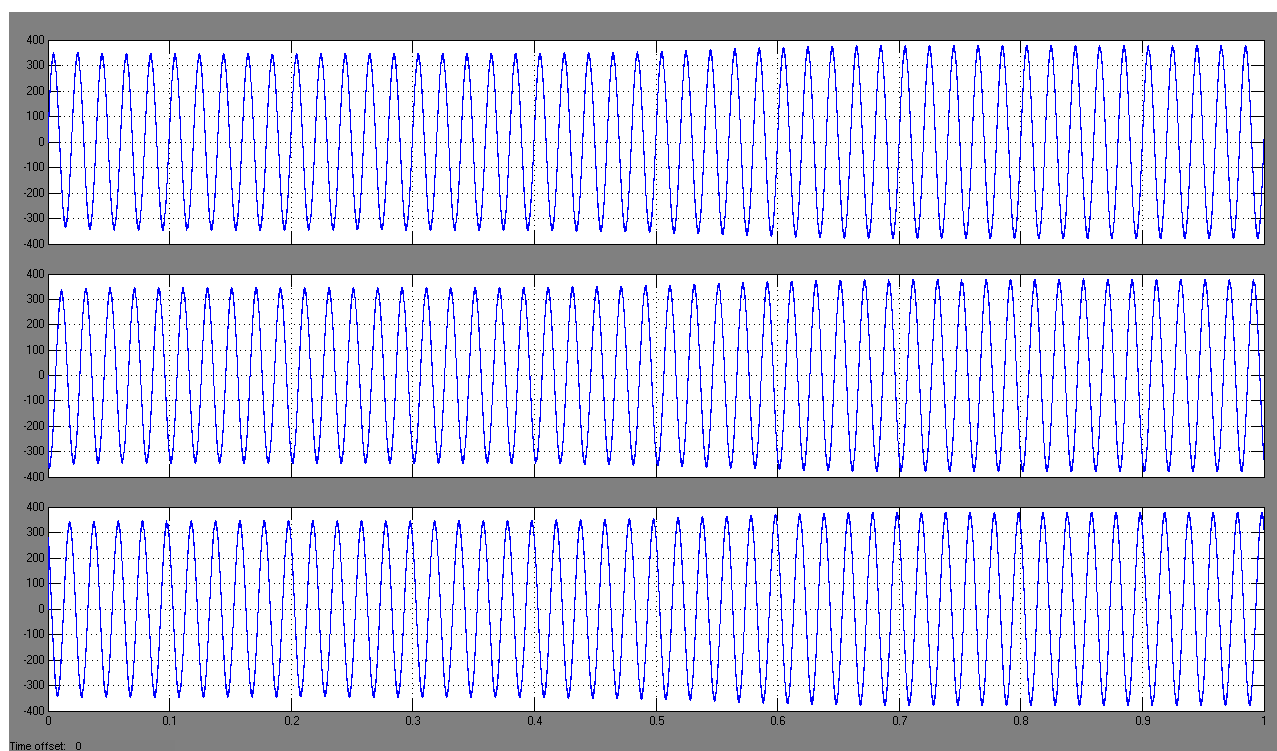


Analiza na zawartość harmonicznych w mierzonym prądzie

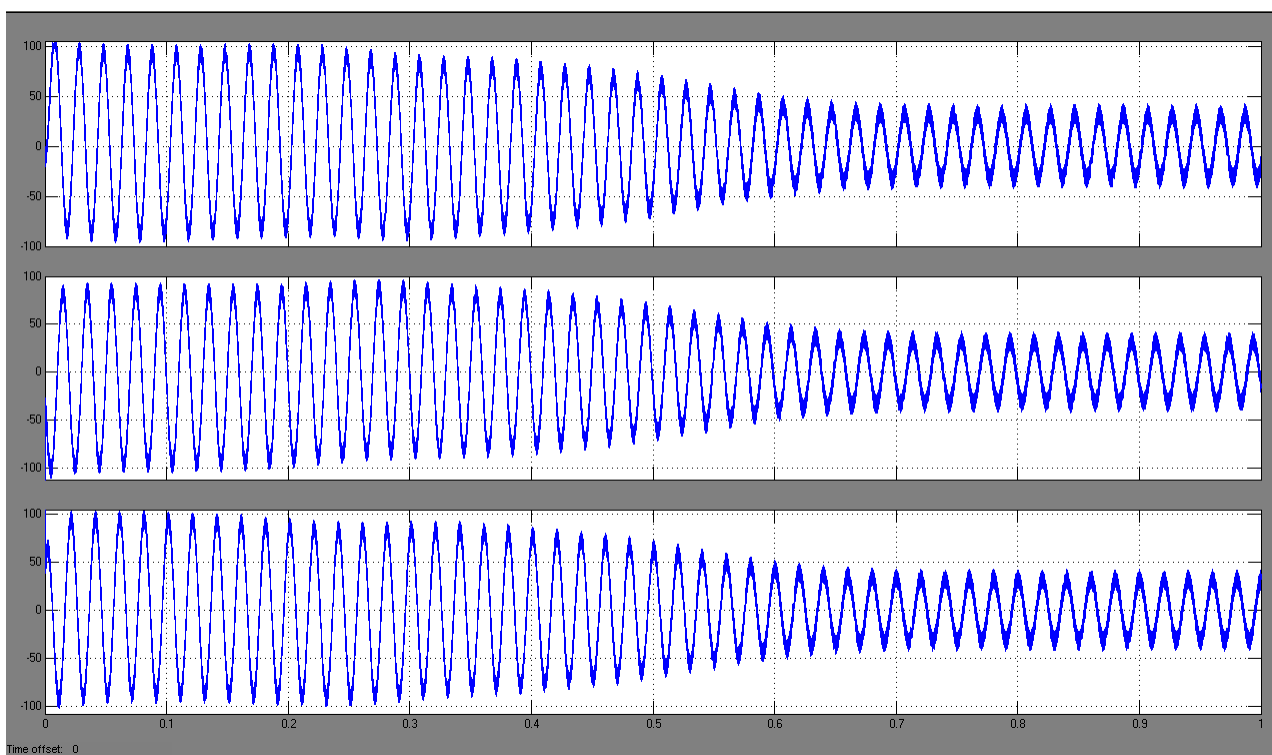
## System sterowania napięciem MA



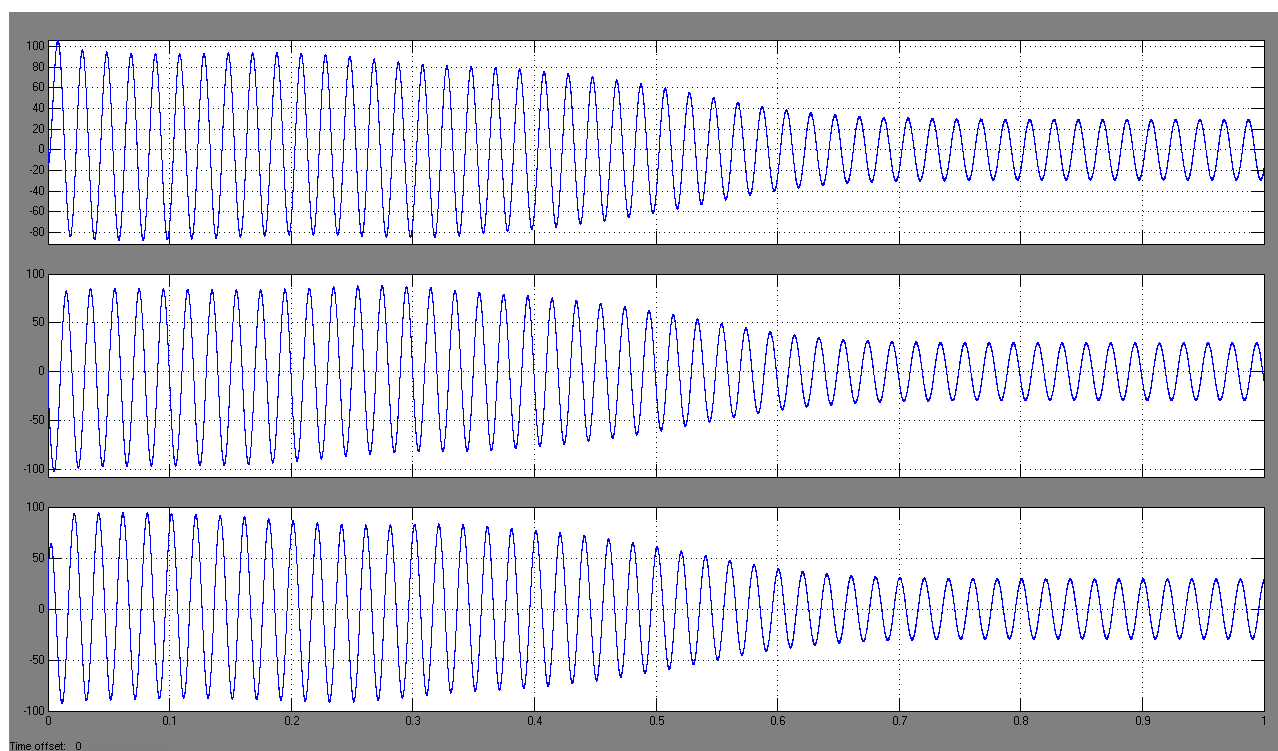




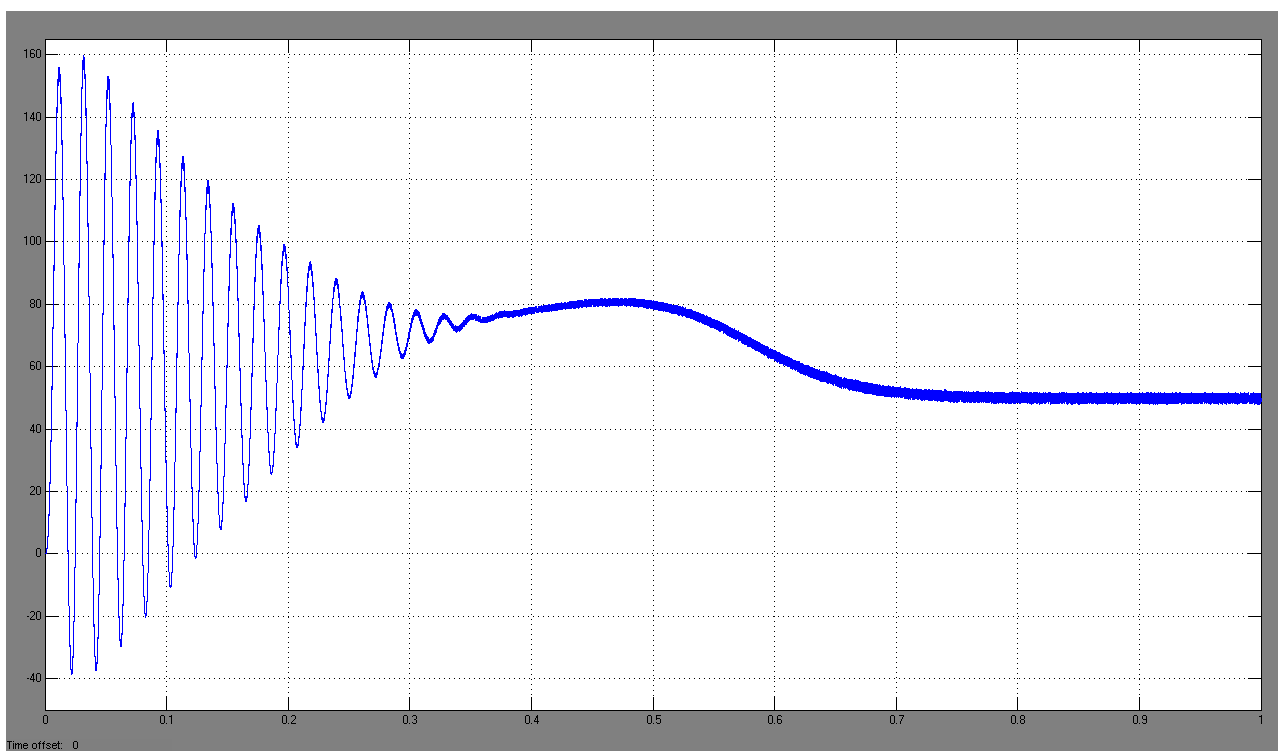
Wyfiltrowane napięcie mierzone



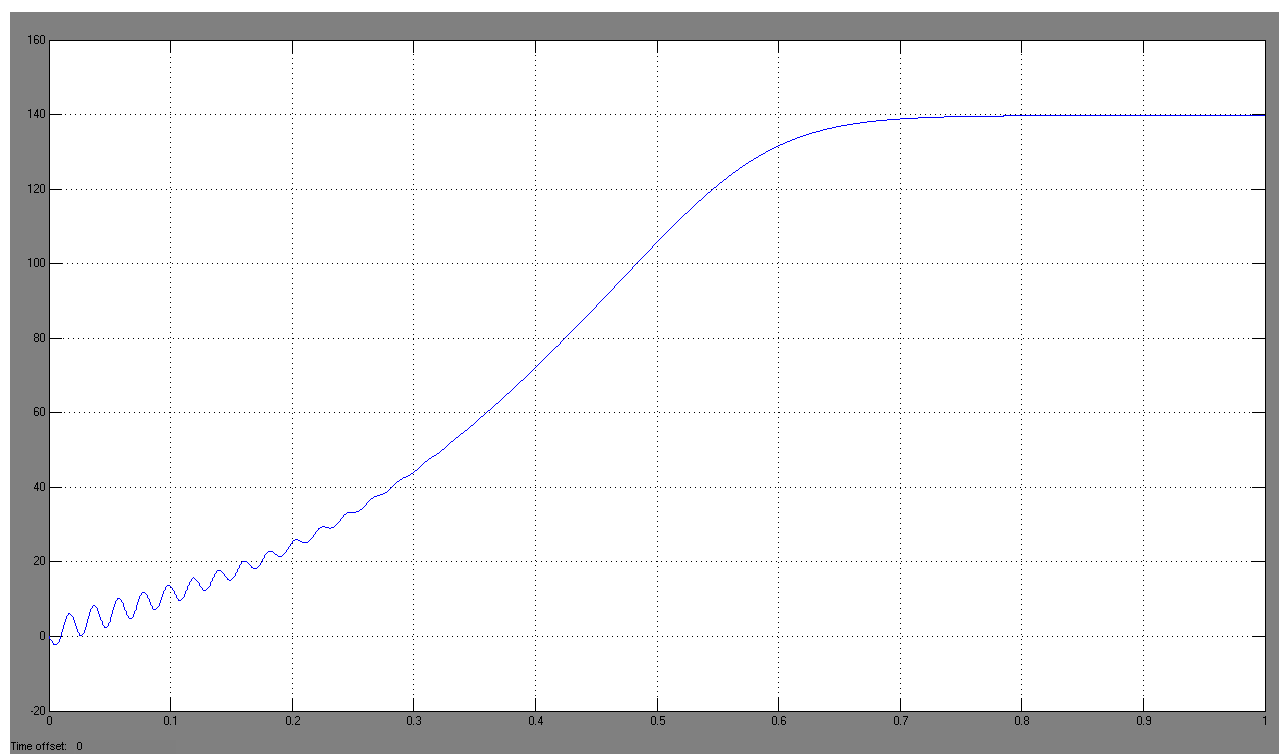
Prąd zadany



Prąd mierzony

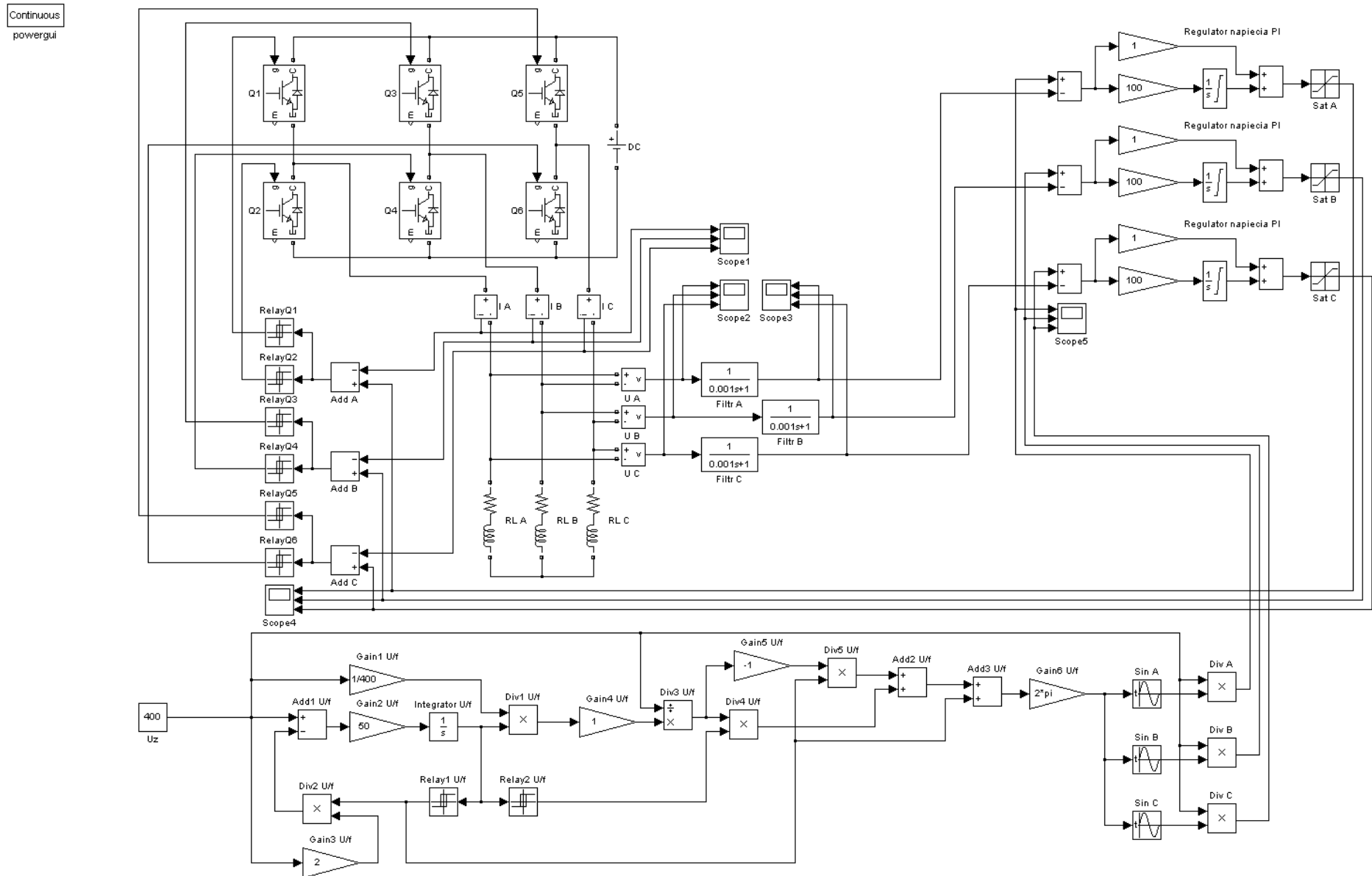


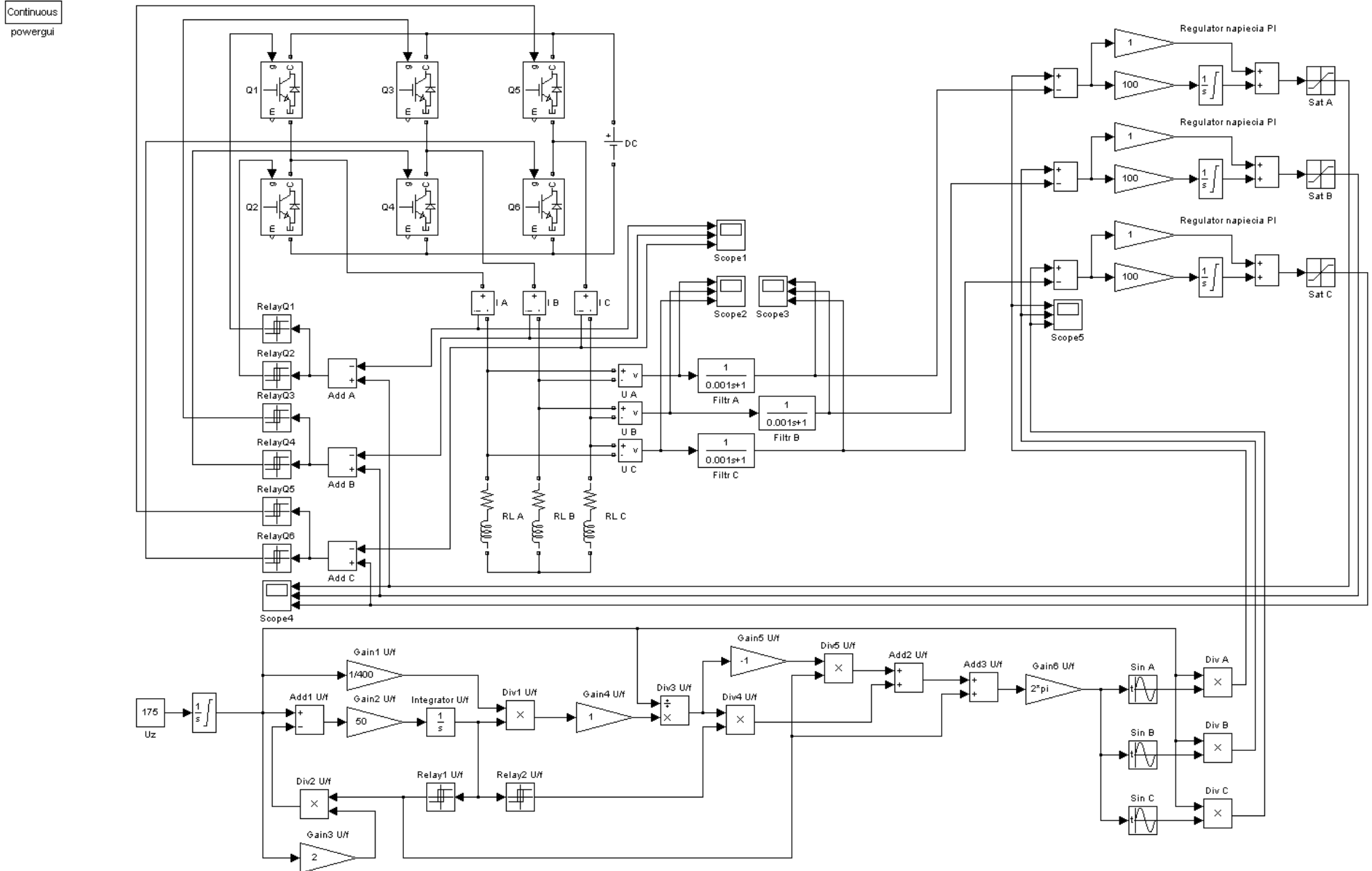
Moment elektromagnetyczny



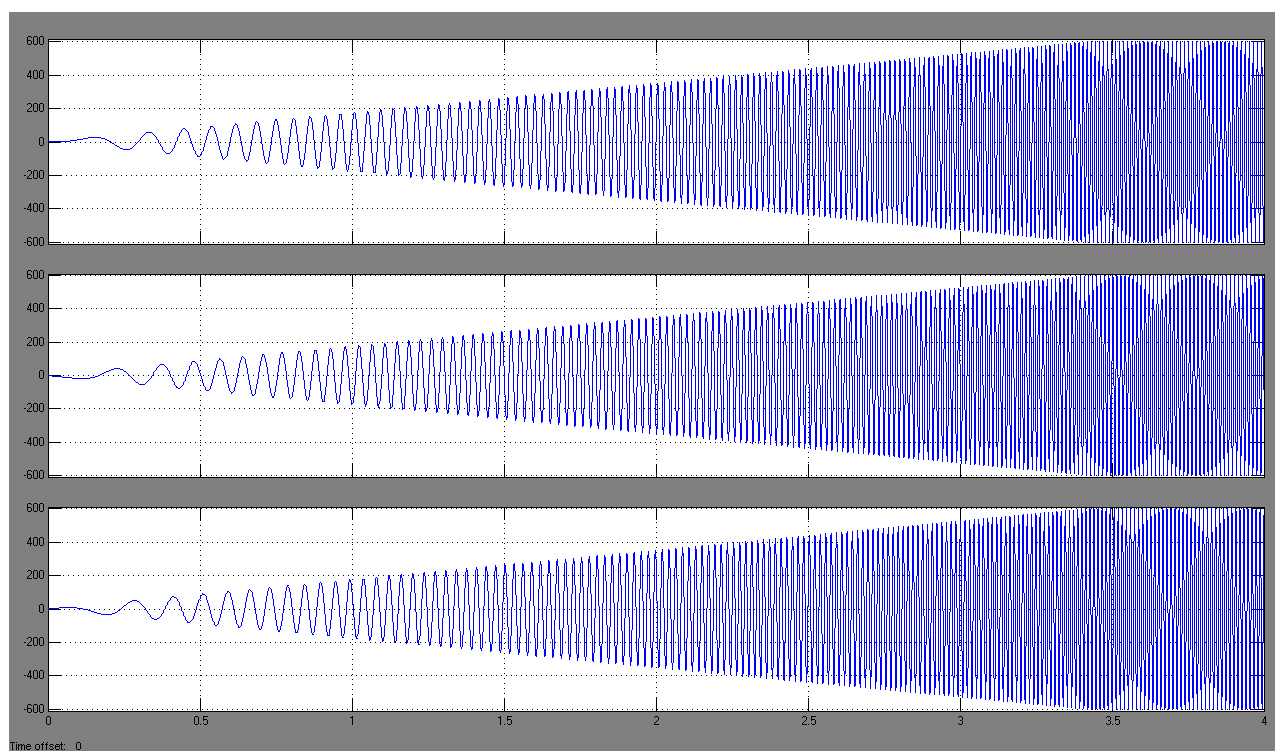
Prędkość obrotowa

## System skalarnego sterowania $U/f=\text{const}$ odbiornika RL

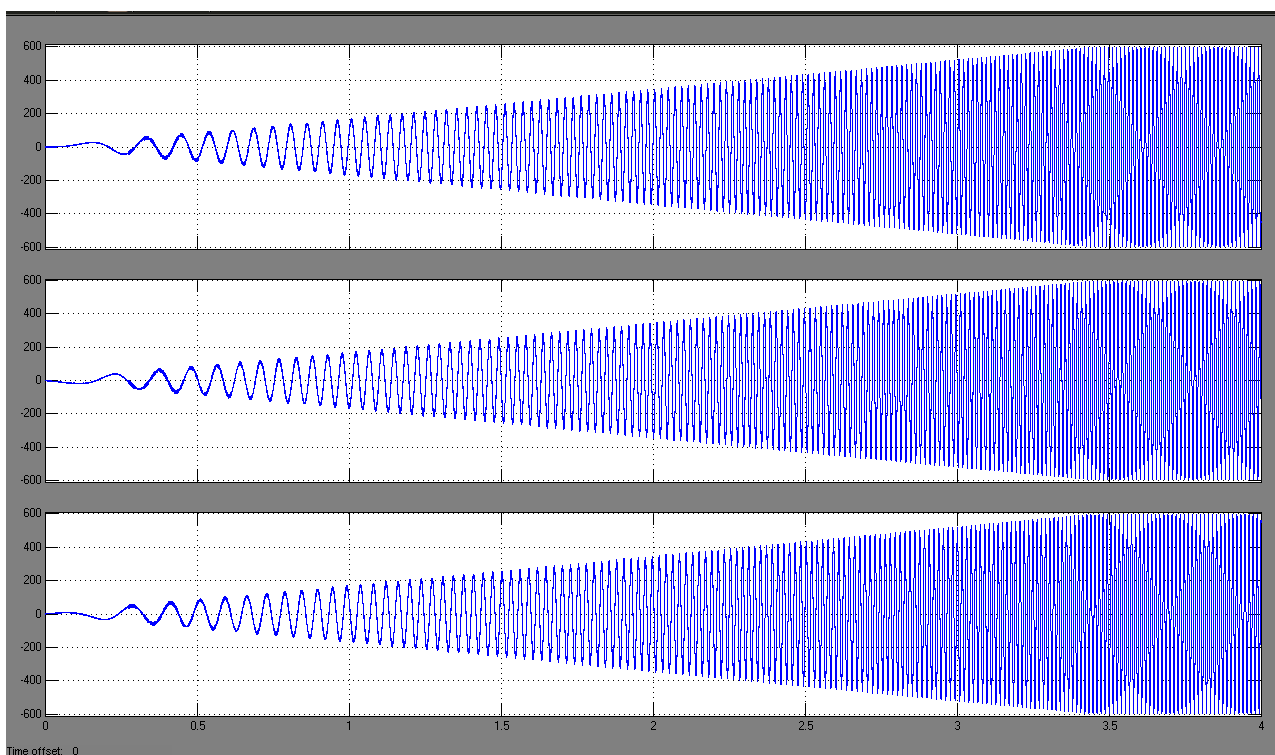




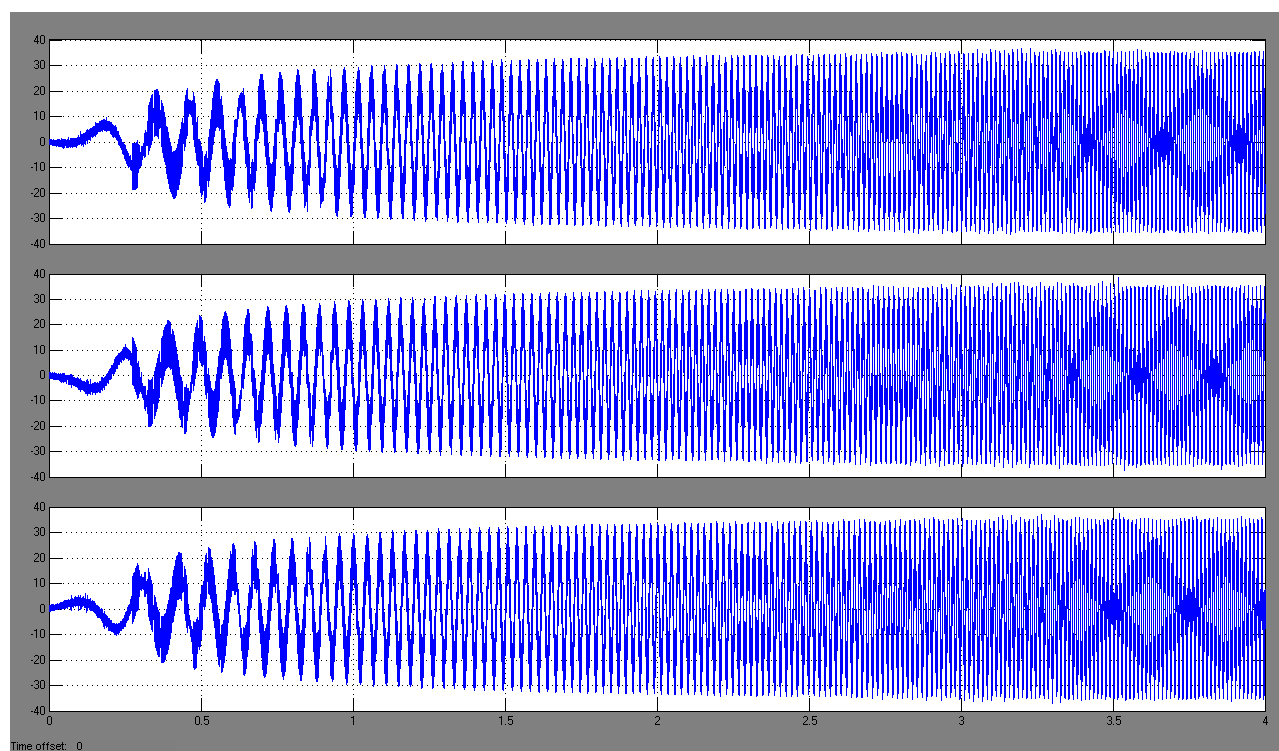




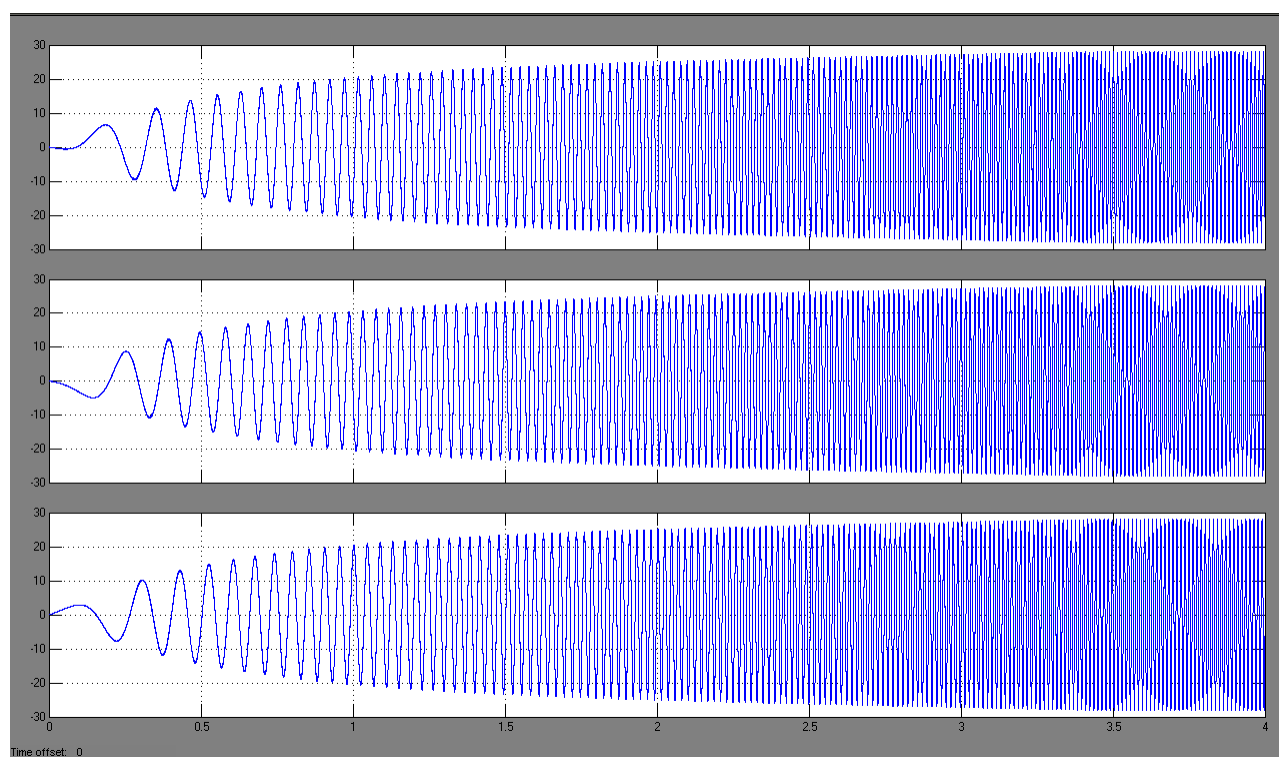
Napięcie sterujące  $U/f=\text{const}$



Napięcie mierzone

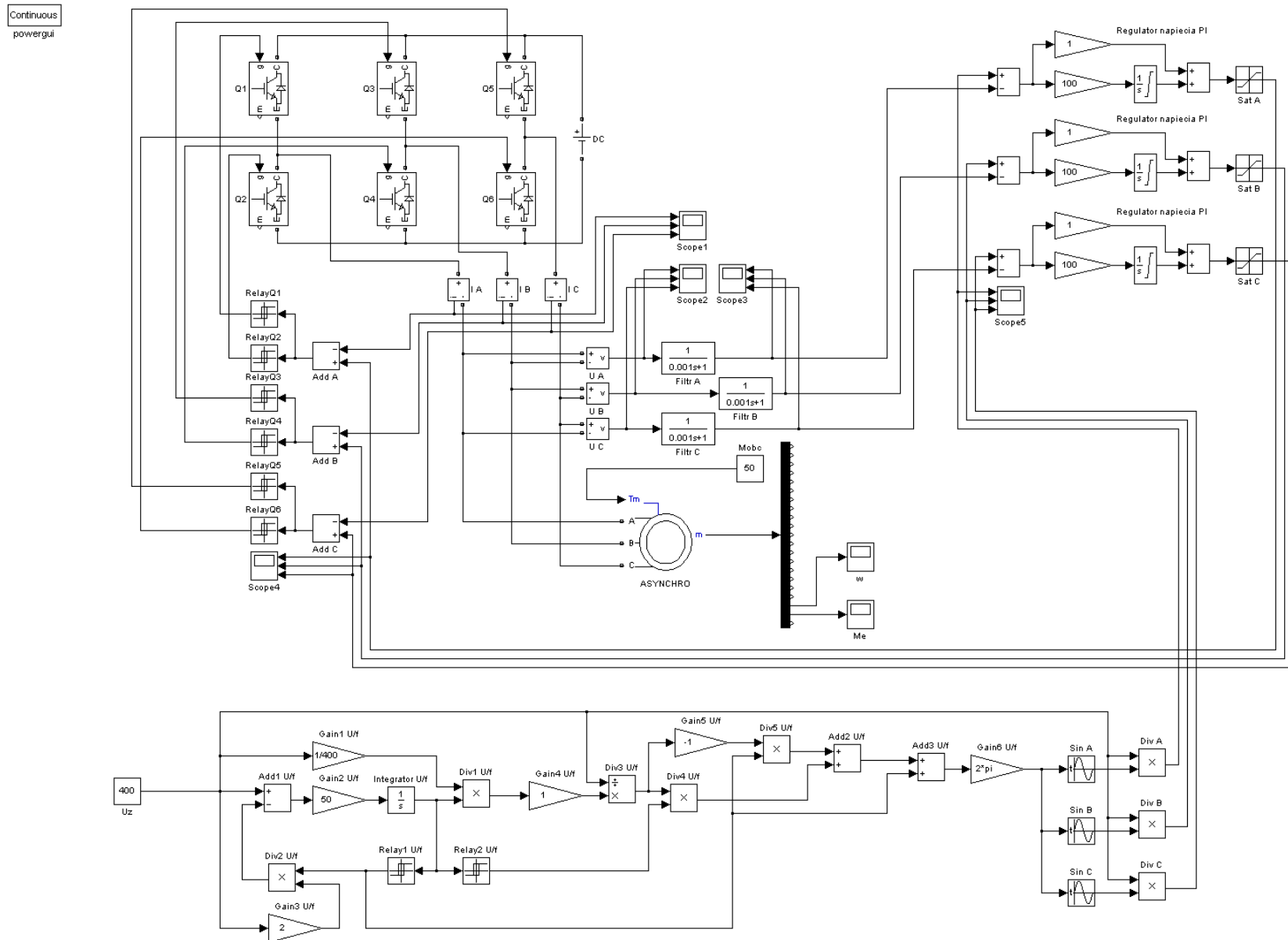


Prąd zadany

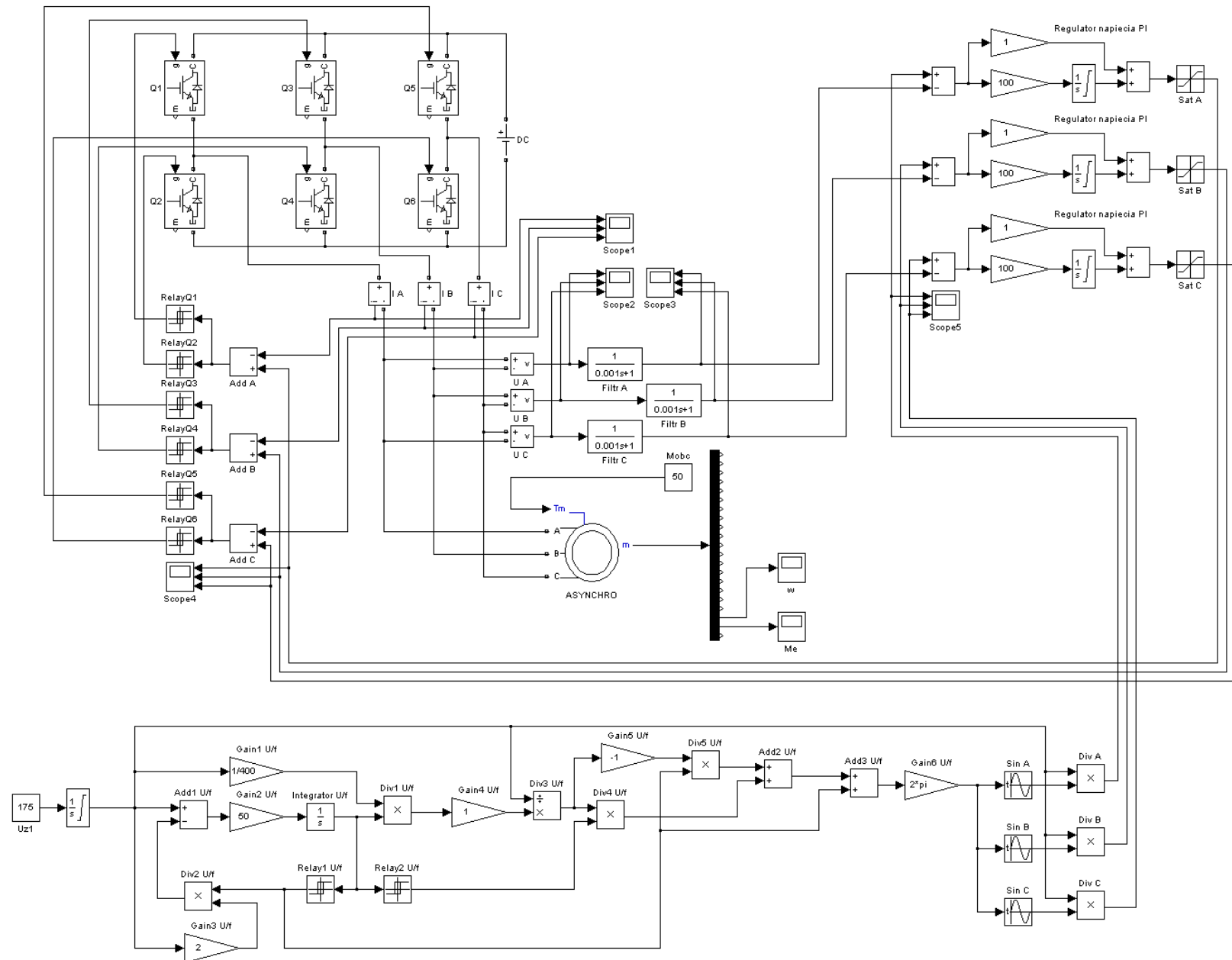


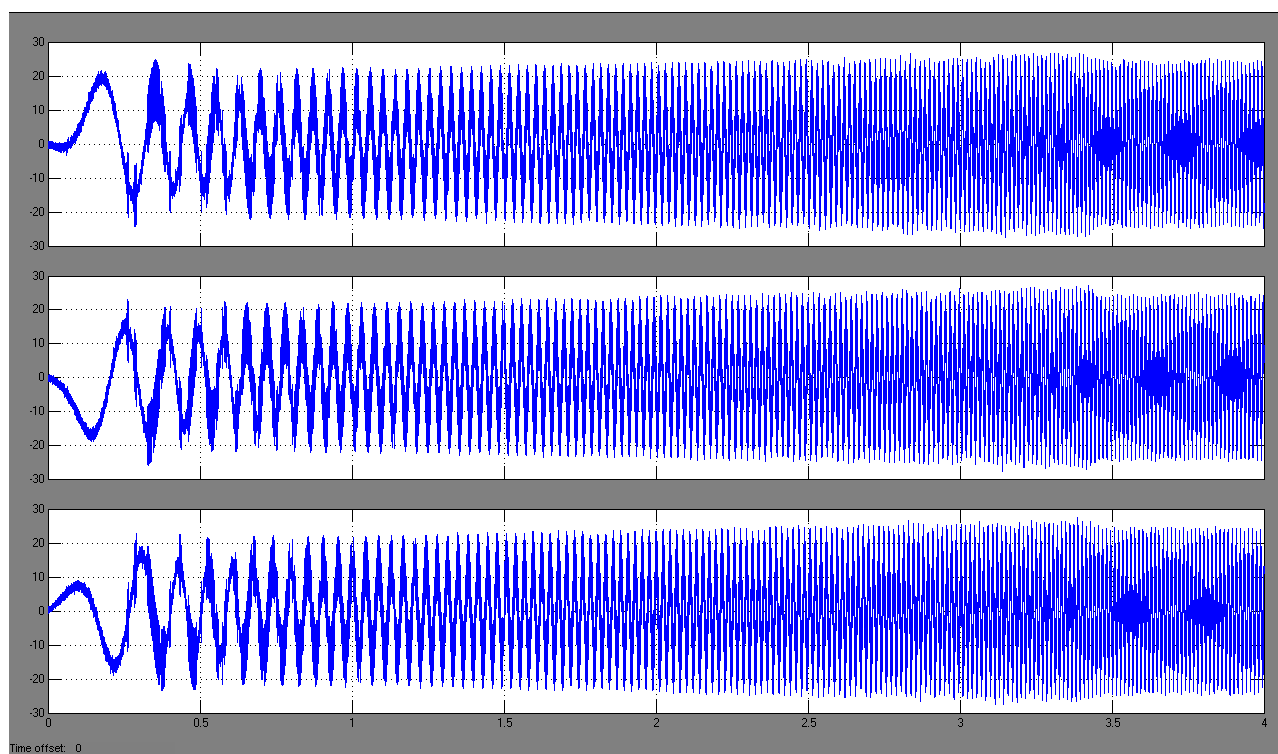
Prąd mierzony

## System skalarnego sterowania $U/f=\text{const}$ MA

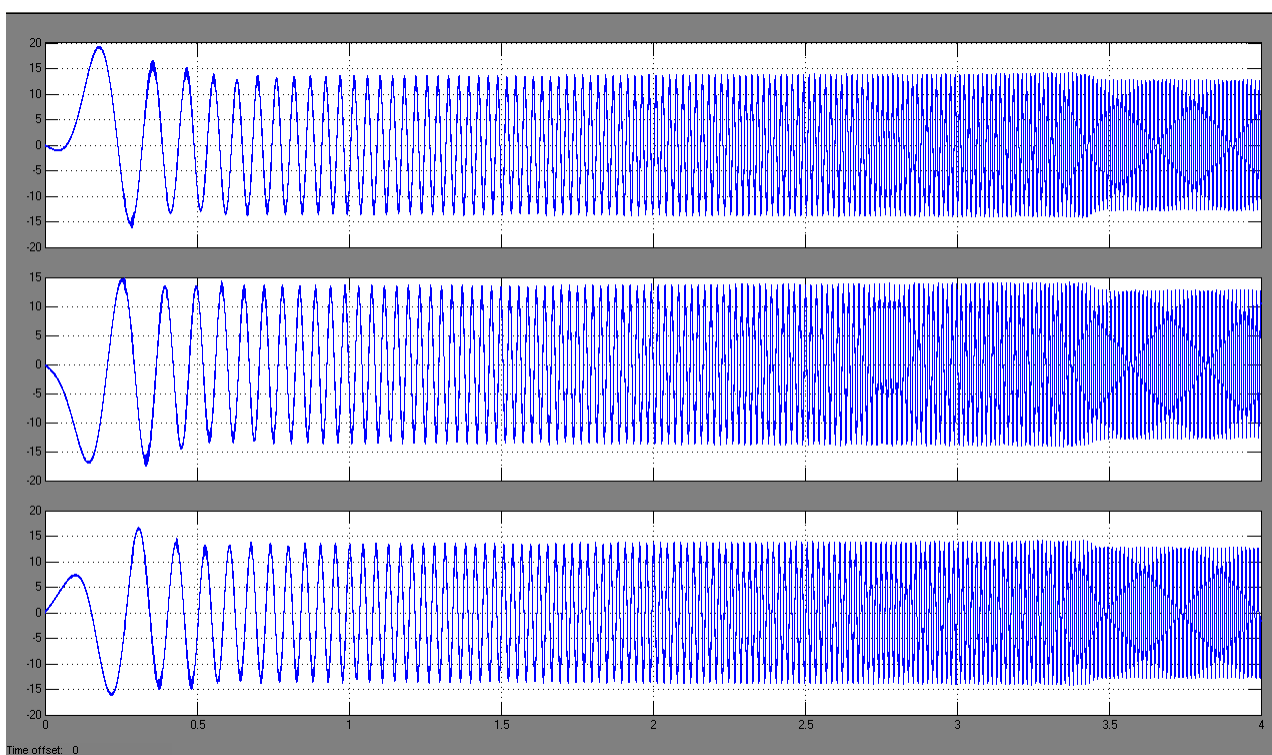


Continuous  
powvergui

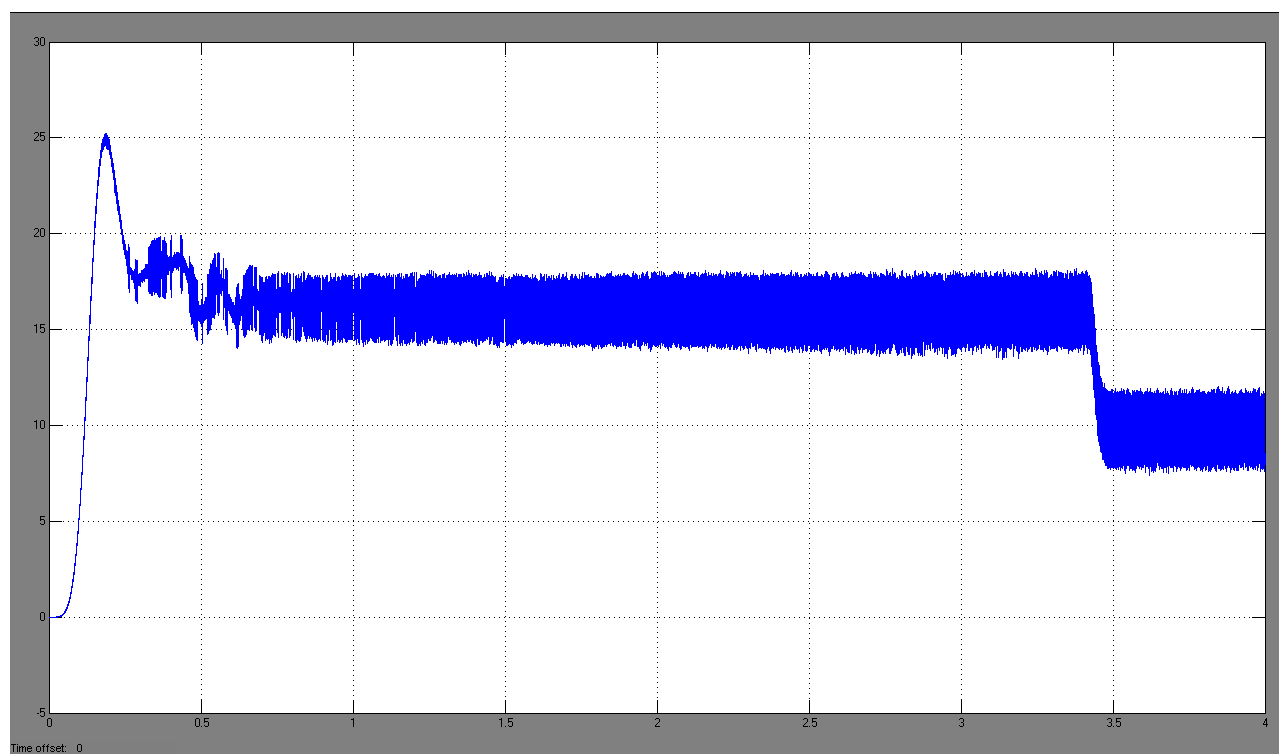




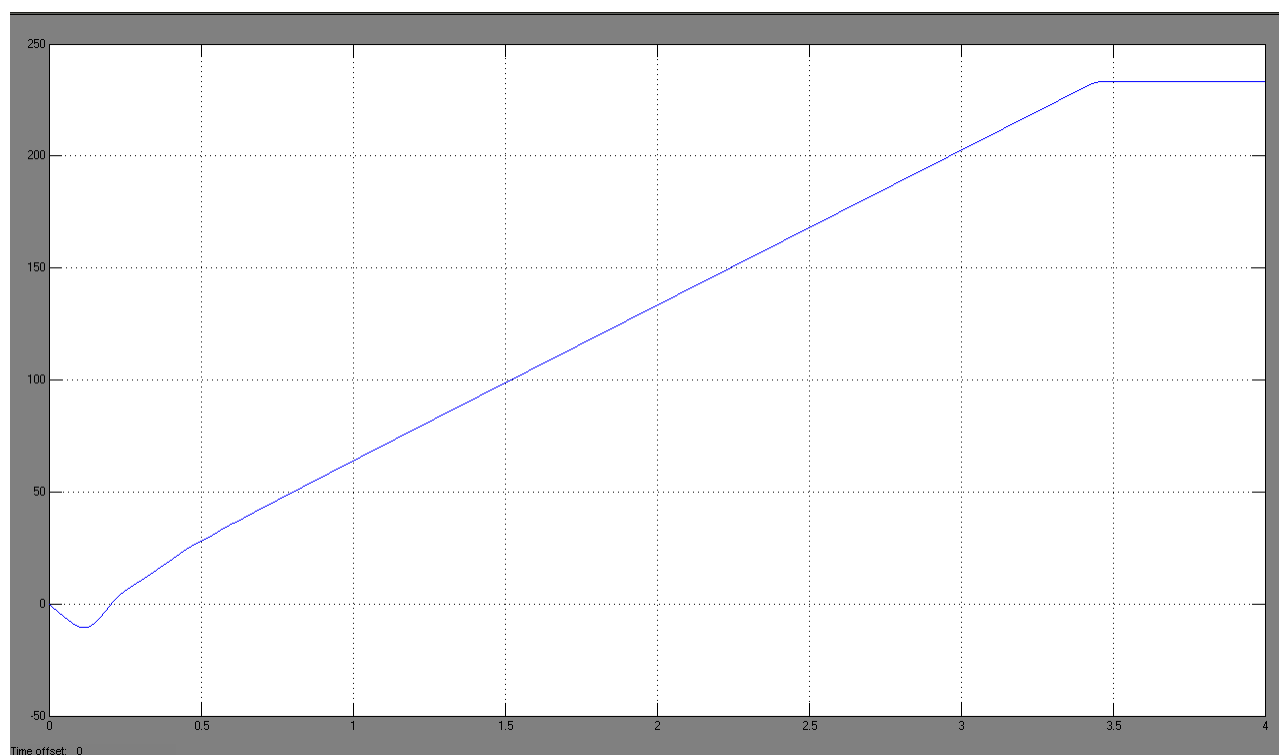
Prąd zadany



Prąd mierzony



Moment elektromagnetyczny



Prędkość obrotowa