



**SVC**

**SYSTEMY KOMPENSACJI NADĄŻNEJ  
ŚREDNICH I WYSOKICH NAPIĘĆ**

## Instalacje SN firmy Elma energia na świecie:

### EUROPA:

- Wielka Brytania
  - Holandia
  - Niemcy
  - Włochy
  - Litwa
  - Łotwa
  - Estonia
  - Rosja
- ### AFRYKA:
- Egipt
  - Sudan
  - Tanzania

### AZJA:

- Indie
- Chiny
- Singapur
- Indonezja
- Japonia
- AUSTRALIA



Firma Elma energia w zakresie systemów SVC współpracuje z firmą RPXE, czołowym producentem systemów nadążnych średnich napięć na świecie.

Firma RPXE wykonała ponad 700 instalacji tego typu na całym świecie.



### Export Sudan

30 baterii kondensatorów na napięcie 33kV montowane na słupach. Wykonanie dla klimatu tropikalnego, z osłonami przeciwko ptakom.

Zdjęcie w trakcie produkcji



Instalacja SVC wykonana przez firmę RPXE



## ZAWARTOŚĆ KATALOGU

1. Problemy jakości energii w sieciach energetycznych .....	3
2. Podstawowe cechy charakterystyczne systemu SVC .....	6
3. Efekty zastosowania systemu SVC .....	7
4. Zastosowanie systemu SVC .....	8
5. Zasady działania systemu SVC .....	11
6. Podstawowe dane znamionowe .....	13
7. Podzespoły .....	14
8. Najwyższa jakość produkcji przede wszystkim .....	21
9. Kompleksowe projektowanie i realizacja instalacji SVC w firmie ELMA energia .....	23



**Automatycznie regulowana instalacja kompensacji mocy biernej pieca łukowego  
Filtr 2-giej harmonicznej typu „C” o mocy 46MVar/38,5kV. Realizacja Elma energia**

## 1. PROBLEMY JAKOŚCI ENERGII W SIECIACH ENERGETYCZNYCH

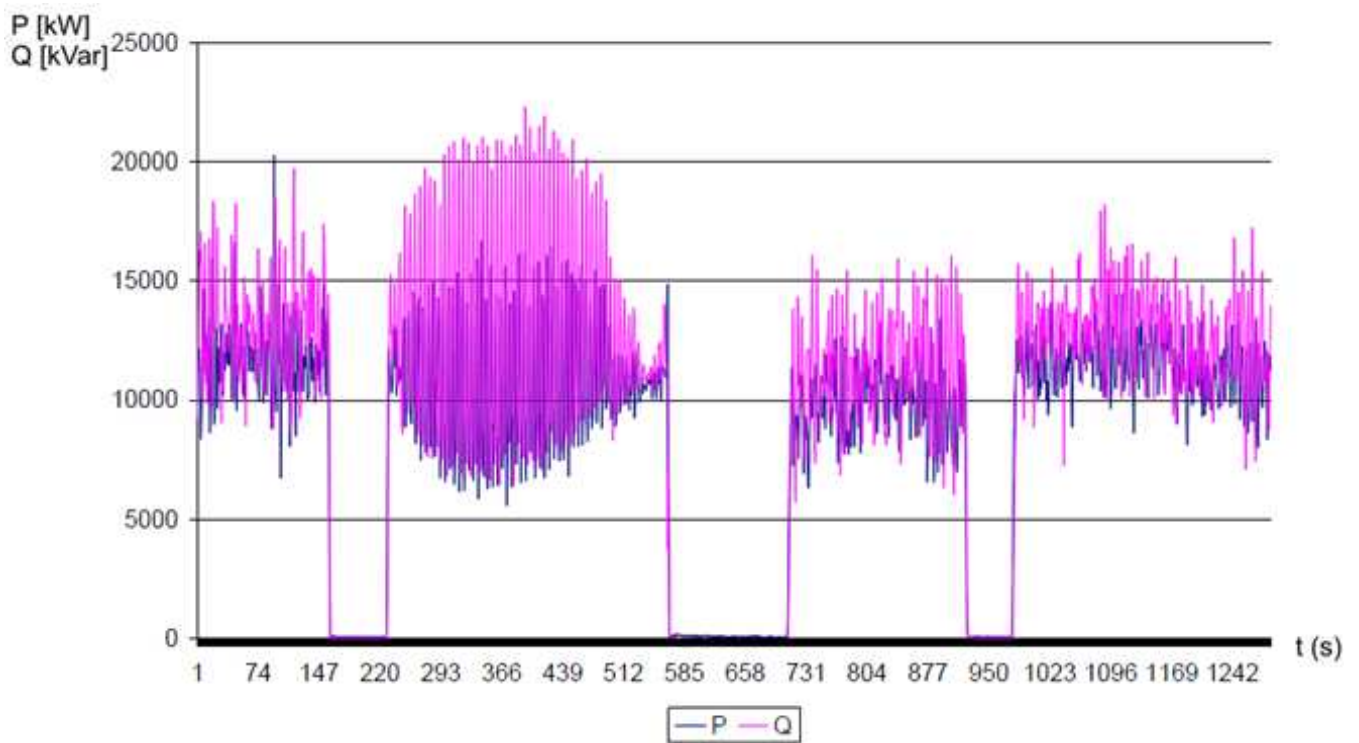
Jakość napięcia w sieci jest określana zazwyczaj przez jego stabilność, symetrię i sinusoidalny przebieg. W związku z szerokim zastosowaniem nieliniowych odbiorników elektronicznych, jakość energii jest znacząco obniżona.

Urządzenia energoelektroniczne oraz dynamika zmian obciążenia odbiorników są głównymi zakłóceniami, których efektem jest wiele negatywnych zjawisk w sieci:

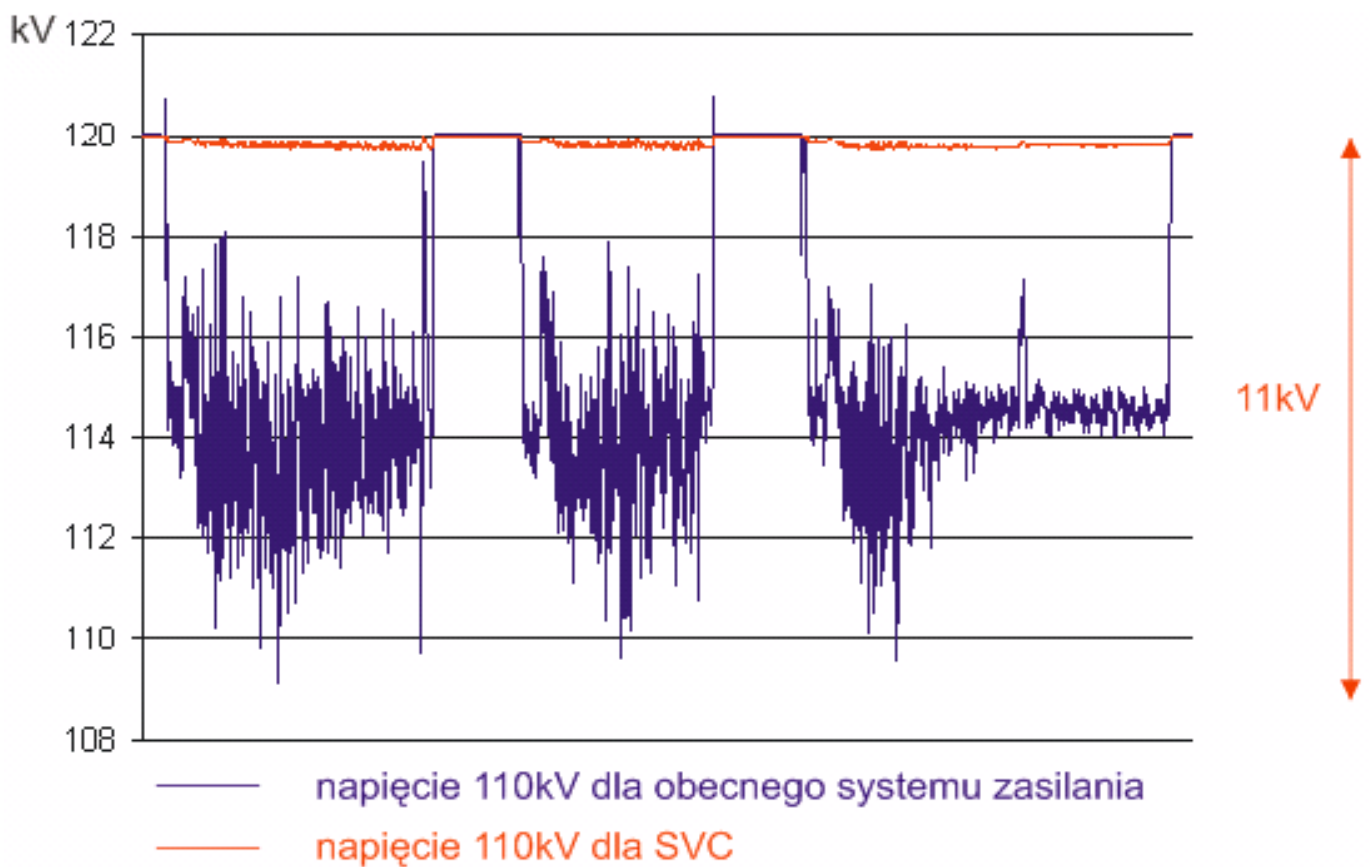
- niski współczynnik mocy, powodujący zwiększenie straty mocy w sieci, wyższy koszt produkcji i niższą wydajność produkcji,
- zmienny pobór mocy biernej powoduje zapady napięcia, wahania napięcia oraz zjawisko flikera. W pewnych warunkach, może spowodować awarię, a nawet zatrzymanie produkcji,
- generowanie prądów wyższych harmonicznych, mogące prowadzić do:
  - odkształcenia napięcia w sieci,
  - błędnego działania urządzeń zabezpieczających i regulacyjnych,
  - wzmocnienia rezonansu i prądów harmonicznych płynących przez kondensatory, co może prowadzić do ich przeciążenia lub,
  - zwiększenia strat w transformatorach, a co za tym idzie wydzielanego ciepła,
  - przyspieszenia degradacji izolacji urządzeń elektrycznych,
  - ograniczenia wydajności pieców łukowych,
  - zakłócenia komunikacji.
- asymetria obciążenia, a co za tym idzie występowanie prądu składowej przeciwnej, powodującego wibrację wirników silników.







Pobór mocy czynnej i biernej przez piec kadziowy



Napięcie na szynach 110kV zasilających piec łukowy – bez układu SVC oraz z systemem SVC

## 2. PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE SYSTEMU SVC

### PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE SYSTEMU SVC

MOC POJEMNOŚCIOWA  
INSTALACJI ODPOWIADA  
MAKSYMALNYM, CHWILOWYM  
OBCIĄŻENIOM MOCĄ  
INDUKCYJNĄ

CZAS REGULACJI - ODPOWIEDZI  
(REAKCJI NA ZMIANĘ  
ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC  
BIERNĄ POJEMNOŚCIOWĄ)  
NIE PRZEKRACZA 10MS

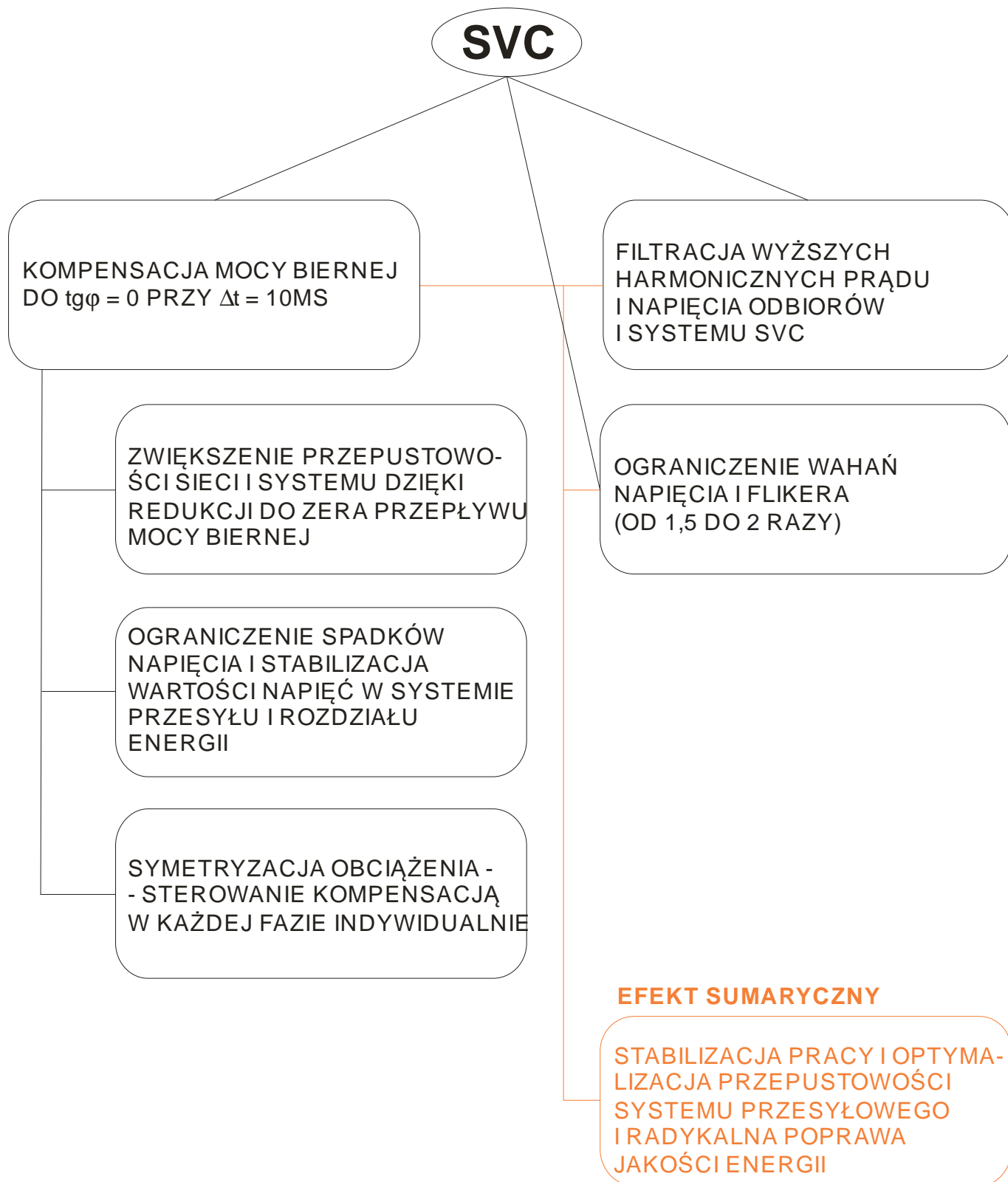
REGULACJA MOCY BIERNEJ  
DLA KAŻDEJ FAZY REALIZOWANA  
JEST W/G INDYWIDUALNEGO  
ZAPOTRZEBOWANIA

ŁĄCZNIKI TYRYSTOROWE  
SYSTEMU TCR GENERUJĄ  
WYŻSZE HARMONICZNE  
PRĄDU I NAPIĘCIA

SYSTEM WŁAŚCIWIE  
DOBRANYCH FILTRÓW  
PASYWNYCH LC POKRYWA  
ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC  
BIERNĄ I SKUTECZNIE FILTRUJE  
WYŻSZE HARMONICZNE PRĄDU  
ODBIORÓW I SYSTEMU SVC



### 3. EFEKTY ZASTOSOWANIA SYSTEMU SVC



## 4. ZASTOSOWANIE SYSTEMU SVC

### Walcownie

Gwałtowne zmiany poboru mocy biernej przez walcownie i inne symetryczne odbiorniki przemysłowe mogą spowodować następujące efekty:

- spadki i wahania napięcia, które mogą powodować błędne działanie urządzeń elektrycznych i ograniczyć wydajność produkcji,
- niski współczynnik mocy,
- wysokie wartości wyższych harmonicznych, szczególnie 5-tej, 7-mej, 11-tej i 13-tej, powodujących poważne odkształcenie napięcia.

### Piece łukowe

Piec łukowy jest typowym odbiornikiem nieliniowym, z którym związany jest szereg negatywnych zjawisk:

- asymetria obciążenia oraz występowanie prądu składowej przeciwnej,
- generowanie wyższych harmonicznych, powodujących odkształcenie napięcia,
- poważne zjawisko flikera,
- niski współczynnik mocy.

Najskuteczniejszym sposobem na rozwiązanie tych problemów jest zastosowanie systemu kompensacji o natychmiastowej reakcji. Czas odpowiedzi systemu SVC wynosi poniżej 10ms, co umożliwia szybkie dostosowanie mocy systemu do zapotrzebowania pieca łukowego, ustabilizowanie napięcia na szynach, zwiększenie wydajności produkcji i ograniczenie flikera. Poprzez możliwość kompensacji każdej z faz osobno, eliminowana jest asymetria obciążenia.





## Kopalniane maszyny wyciągowe i urządzenia dźwigowe

Praca dźwigu, maszyny wyciągowej lub innego ciężkiego odbioru przemysłowego charakteryzuje się negatywnym wpływem na sieć zasilającą:

- występowaniem zapadów i wahań napięcia,
- niskim współczynnikiem mocy,
- wysokimi wartościami generowanych wyższych harmonicznych.

System SVC może doskonale rozwiązać te problemy.



## Podstacje miejskie WN/SN

W sieci lokalnej, do kompensacji mocy biernej wykorzystywane są wielocłonowe baterie kondensatorów. Jednakże takie rozwiązanie umożliwia uzyskanie wyłącznie pojemnościowej mocy biernej, zaś szybkość reakcji nie pozwala na nadążenie za szybkimi zmianami obciążenia. System SVC pozwala na szybką i precyzyjną kompensację zarówno mocy biernej indukcyjnej jak i pojemnościowej. Dodatkowo, przy instalacji systemu można wykorzystać istniejące nieregulowane baterie kondensatorów, redukując w ten sposób nakłady inwestycyjne.



## Podstacje trakcyjne

Kolej elektryczna pozwala ograniczyć zanieczyszczenie środowiska, jednakże ma wręcz odwrotny wpływ na sieć elektryczną. Jako, że lokomotywy wykorzystują jednofazowe źródła zasilania, występują takie zjawiska jak asymetria w trzech fazach, niski współczynnik mocy oraz prąd składowej przeciwnej. Jedynym rozwiązaniem jest zastosowanie systemu SVC w podstacjach trakcyjnych.



## Farmy wiatrowe

Rosnąca popularność i moc farm wiatrowych stawiają coraz wyższe wymagania w zakresie parametrów jakościowych w punkcie przyłączenia. Farma wiatrowa może stanowić zarówno odbiornik indukcyjny (w trakcie pracy) jak i pojemnościowy (ze względu na reaktancję pojemnościową kabli), zmienny w czasie. Dodatkowo, w punkcie przyłączenia mogą wpływać na poziom flikera oraz wyższych harmonicznych (w szczególności w przypadku turbin nie wyposażonych we własne układy filtracyjne).

Systemy SVC mogą rozwiązać wszystkie powyższe problemy.





## 5. ZASADY DZIAŁANIA SYSTEMU SVC



System SVC jest podłączony do sieci jak na rysunku poniżej. Kondensatory zapewniają moc bierną pojemnościową, TCR zapewnia moc bierną indukcyjną, której wartość jest regulowana. System musi dążyć do spełnienia równania:

$$Q_N = Q_V - Q_{Nc} + Q_{Tcr} = 0$$

tak, aby współczynnik mocy miał stałą wartość i nie występowały wahania napięcia.

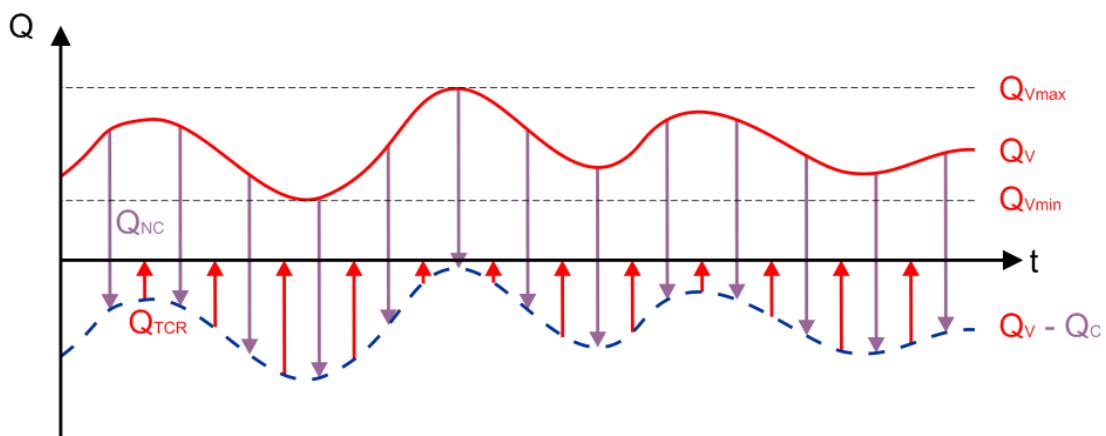
Najważniejsze jest sterowanie kątem zapłonu tyrystorów tak, aby uzyskać wymaganą wartość prądu, a co za tym idzie potrzebną moc bierną.

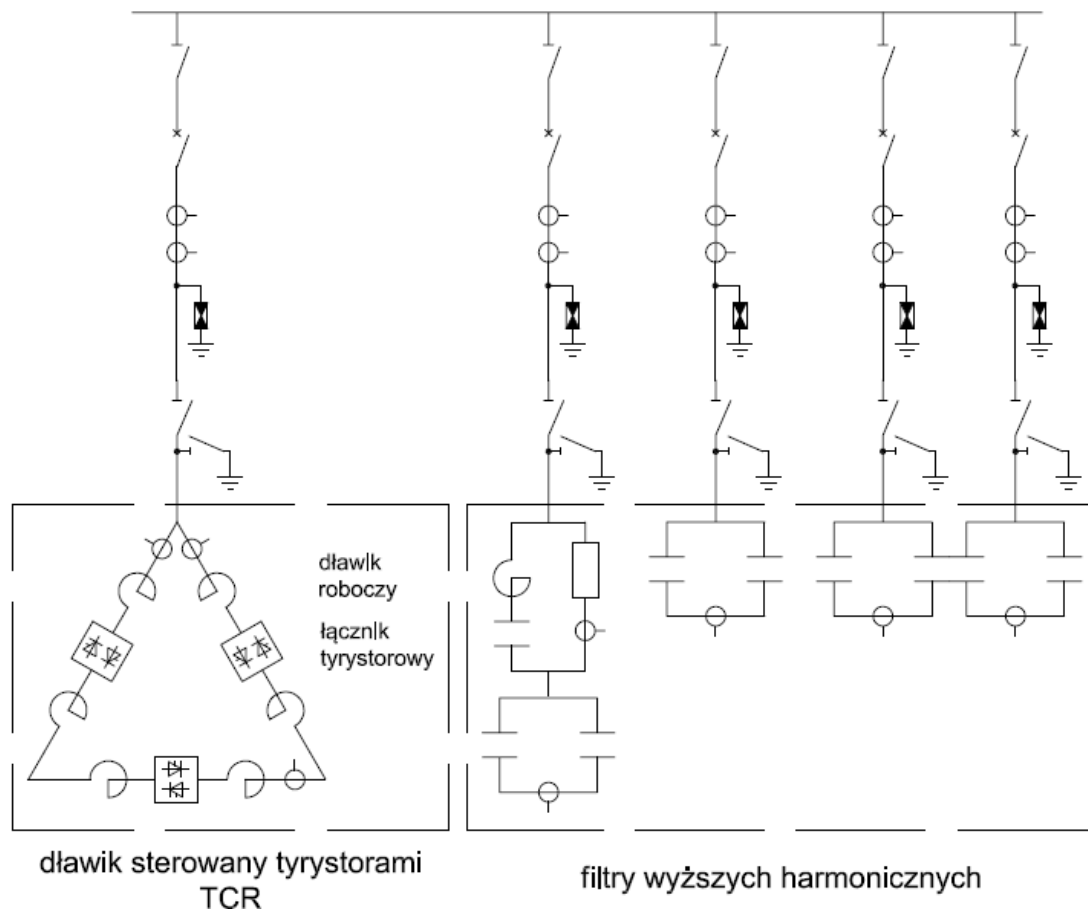
$Q_N$  – całkowita moc pobierana przez układ sieci – kompensator nadążny

$Q_V$  – moc bierna odbiorników

$Q_{Nc}$  – moc bierna filtrów

$Q_{Tcr}$  – moc dławika TCR





Nizhny Tagil- Rosja  
 Bateria kondensatorów z dławikami rezonansowymi w układzie filtra 3-ciej harmonicznej.  
 Realizacja Elma energia



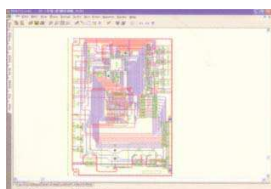
## 6. PODSTAWOWE DANE ZNAMIONOWE

Napięcie sieci (kV)	do 220
Moc systemu (MVar)	2 – 300
Łączniki tyrystorowe	struktura półkowa
Chłodzenie łączników	ciepłowody lub woda
System sterowania	cyfrowy
Zakres regulacji	-100%...+100%
Sposób regulacji	w każdej fazie osobno
Czas odpowiedzi	≤10ms
Poziom hałasu	brak hałasu
Żywotność	≥20 lat

### Seryjne i standardowe produkty

Poprzez ciągłe badania teoretyczne i praktyczne, systemy SVC stały się serią produktów ustandaryzowanych. Typizacja i zaawansowana technologia zapewniają wysoką jakość, długą żywotność, niski koszt i najlepszą obsługę pogwarancyjną.

ISO9001 GB IEEE IEC



#### Projekt urządzeń

- projekt wyposażenia systemu
- projekt inżynierski

#### Produkcja

- produkcja systemu
- testowanie systemu

#### Instalacja i uruchomienie

- wytyczne do instalacji,
- rozwiązywanie problemów,

#### Obsługa pogwarancyjna

- trening
- gwarancja i konserwacja
- aktualizacja systemu,
- zdalny monitoring

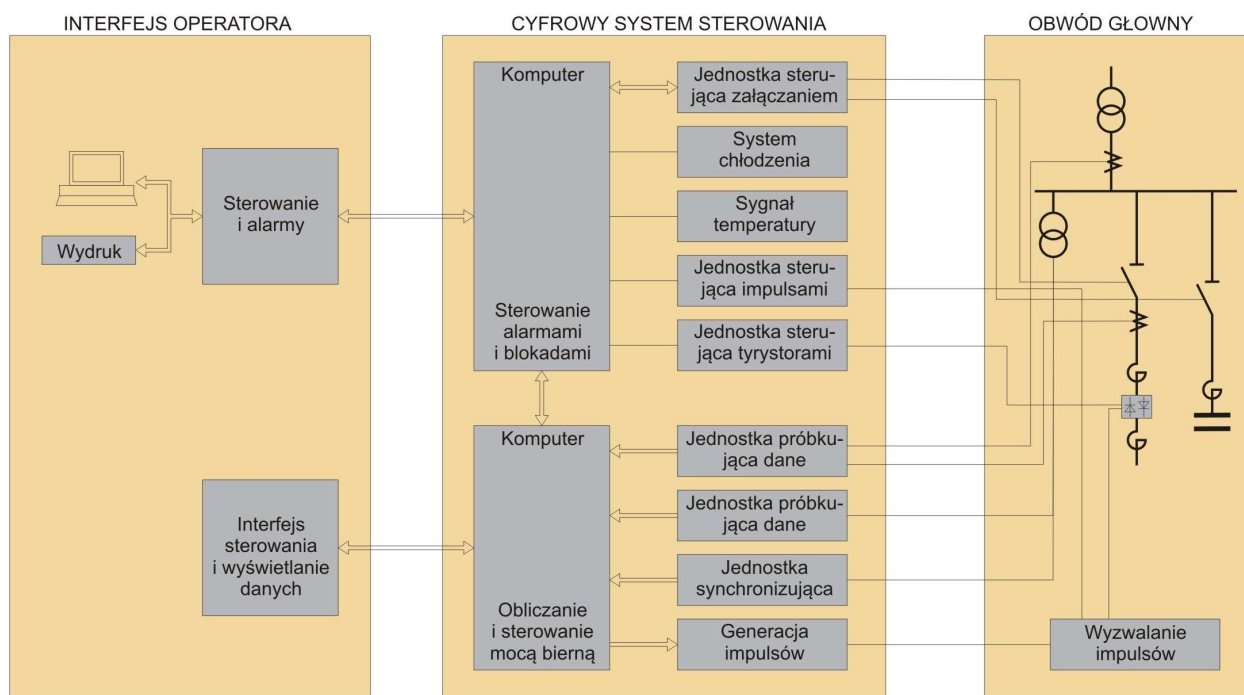


## 7. PODZESPOŁY



### Cyfrowy system sterowania

Cyfrowy system sterowania ma strukturę szafową, wykorzystywany jest do obliczania wartości mocy bierniej w czasie rzeczywistym i sterowania jej wartością poprzez regulację kąta zapłonu tyrystorów



Zdalny system monitoringu i sterowania w czasie rzeczywistym

Cyfrowy system sterowania składa się ze standardowych modułów pełniących następujące funkcje:

- sterowanie mocą bierną, regulacja napięcia, itd,
- czas odpowiedzi mniejszy niż 10ms,
- komunikacja,
- sterowanie niezależnie w każdej fazie,
- samodiagnostyka, monitoring i sterowanie w czasie rzeczywistym,
- funkcje i podzespoły mogą być dobrane na życzenie



## Linia produkcyjna obwodów drukowanych

System SVC łączy wysoką złożoność technologii, takich jak inżyniering mocy, elektroniki, sterowania, jednakże część sterująca jest sercem systemu. Jakość systemu sterowania zależy od jakości lutowania płytek drukowanych. Technologia wykonania stosowana przez RPXE zapewnia doskonałe właściwości przeciwzakłóceńowe, co gwarantuje długotrwałą, niezawodną pracę systemu.

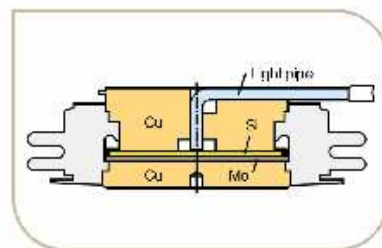
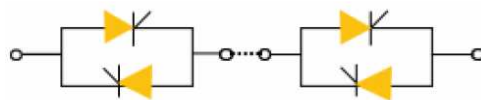


### Łączniki tyrystorowe

- LTT (wyzwalane optycznie) lub ETT (wyzwalane elektrycznie),
- chłodzenie naturalne za pomocą ciepłowodów lub chłodzenie wodą,
- generujące odpowiednią moc bierną poprzez regulację kąta zapłonu tyrystorów,

Bazujące na **technologii** tyrystorów dużej mocy oraz technologii chłodzenia ciepłowodami lub wodą

- tyrystory wyzwalane elektrycznie (ETT) lub optycznie (LTT),
- efektywne chłodzenie naturalne ciepłowodami lub wodą, o prostej konstrukcji i braku potrzeby konserwacji,
- standardowa struktura półkowa, łatwa do instalacji,
- odpowiednia ilość tyrystorów zapasowych zapewnia rezerwowanie,
- możliwość podłączenia do szyn o różnych napięciach, takich jak 6kV, 10kV, 27kV i 35kV.



Struktura tyrystora LTT



Jednostka mocy tyrystora LTT







## Dławiki robocze TCR

- dławiki bezrdzeniowe lub rdzeniowe
- instalacja napowietrzna lub wewnętrzna

## Filtry wyższych harmonicznych

- filtr składa się z trzech części: dławików, kondensatorów i ewentualnie rezystorów. Zgodnie z zapotrzebowaniem systemu, projektowana jest odpowiednia ilość filtrów, przeznaczonych dla konkretnej harmonicznej
- funkcja: eliminuje prądy harmonicznych z systemu, zapewnia moc bierną oraz poprawia współczynnik mocy,
- podłączenie: każdy filtr podłączony jest do szyn zbiorczych poprzez rozdzielnicę SN lub bezpośrednio,
- instalacja napowietrzna.



Filtr 2-giej harmonicznej typu „C” na napięciu 38,5kV. Realizacja Elma energia





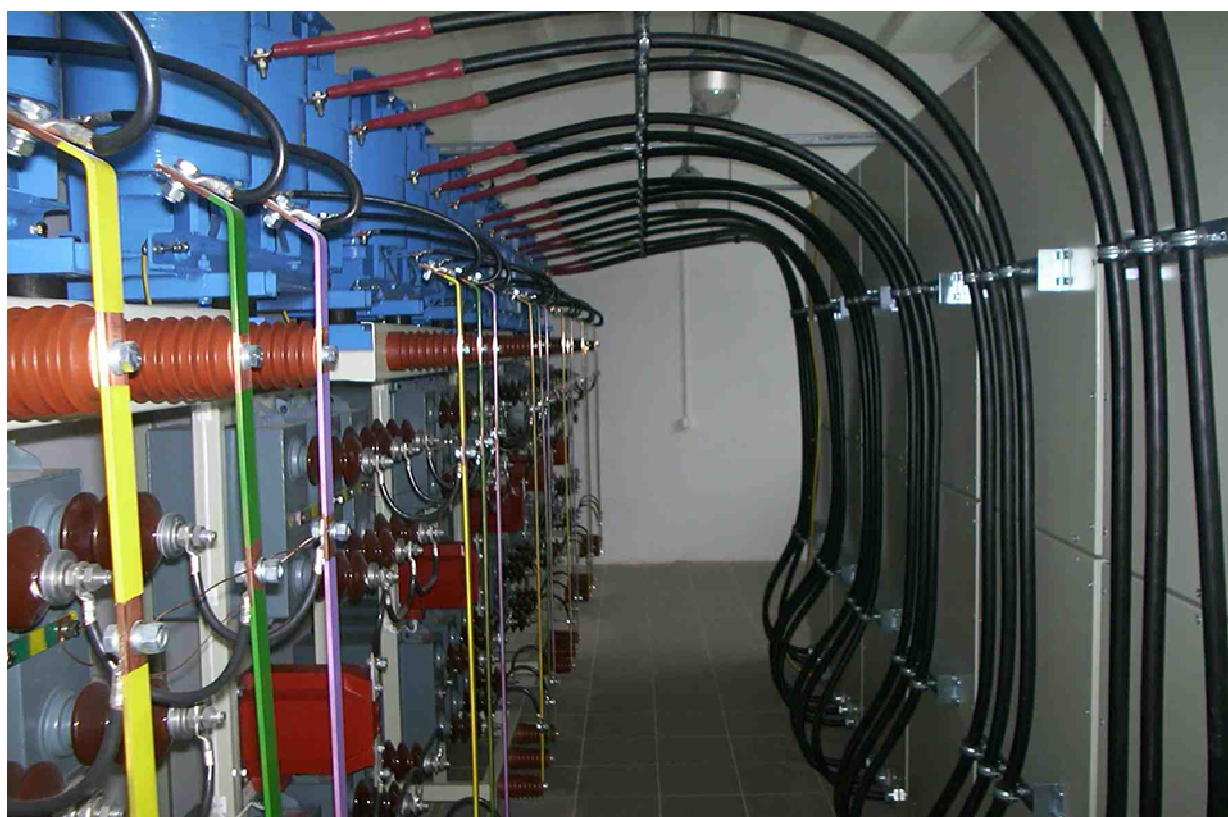
**Automatycznie regulowana bateria kondensatorów 70MVar/42kV  
w układzie filtra 3-ciej harmonicznej. Realizacja Elma energia**



**Bateria kondensatorów z dławikami rezonansowymi w układzie filtra 3-ciej harmonicznej 31,5kV.  
Realizacja Elma energia**



**Bateria kondensatorów z dławikami rezonansowymi w układzie filtra 4-tej harmonicznej o mocy rzeczywistej 20MVar/31,5kV. Realizacja Elma energia**

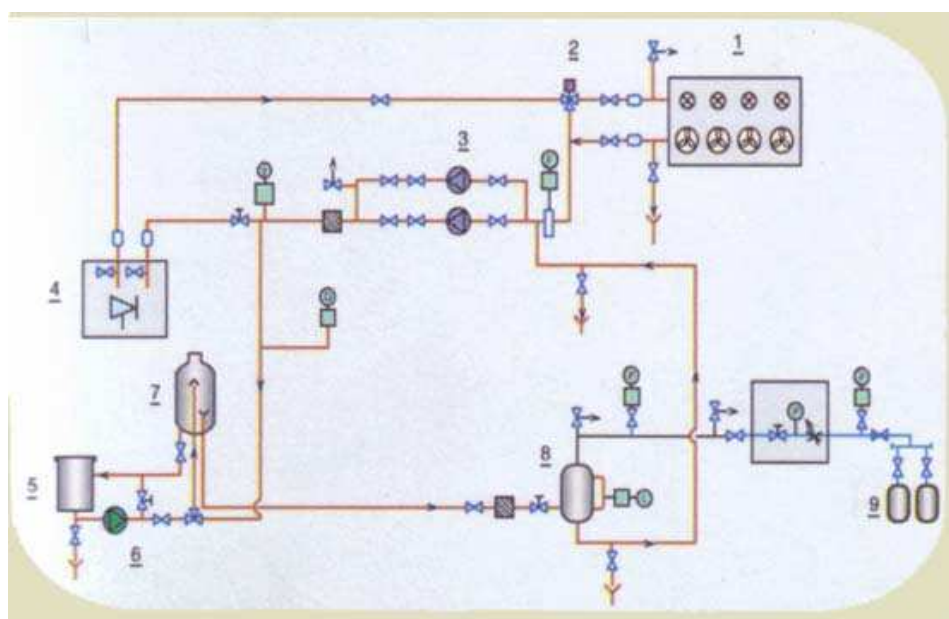
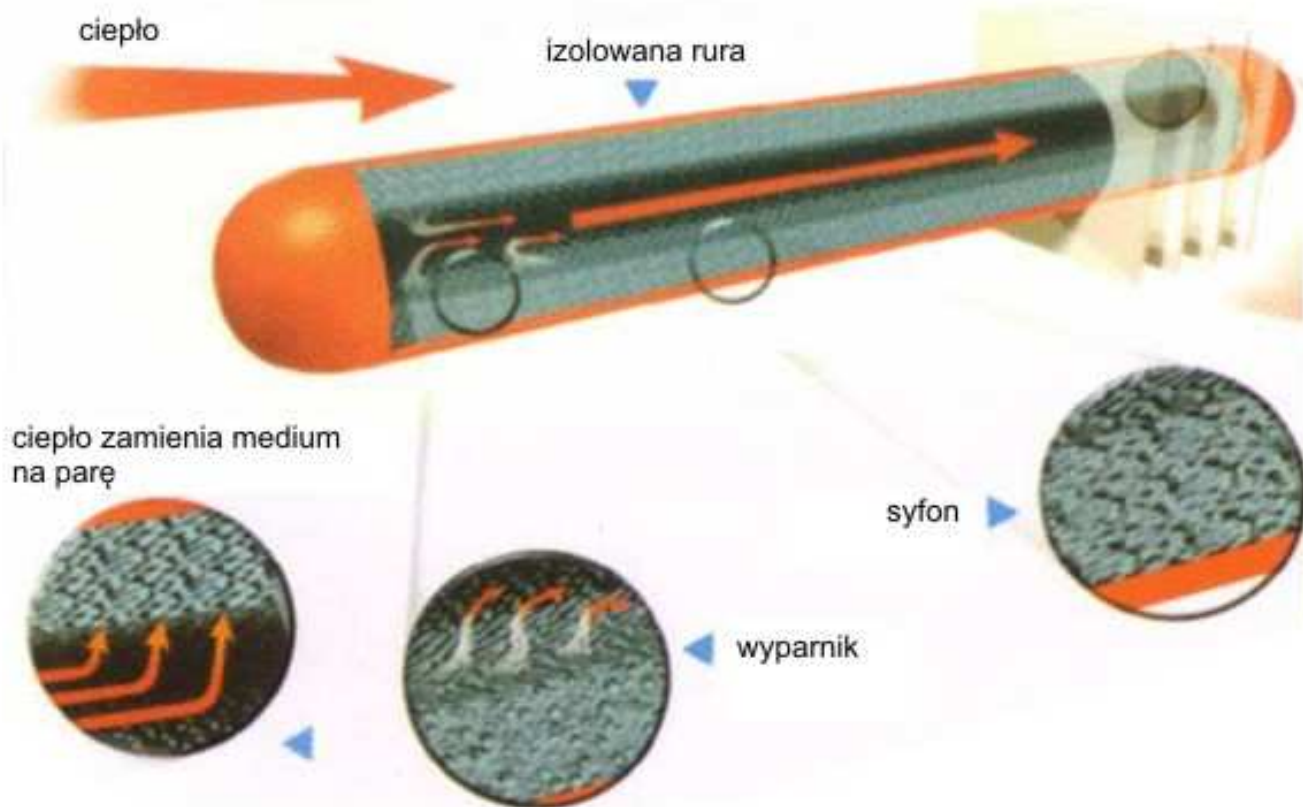


**Wnętrzowa bateria kondensatorów z dławikami rdzeniowymi 6,3kV  
Realizacja Elma energia**



## System chłodzenia naturalnego ciepłowodami

W przypadku instalacji o mocy do 70MVar, nie ma konieczności stosowania chłodzenia wodą łączników tyrystorowych. Chłodzenie odbywa się za pomocą ciepłowodów. Ciepłowody są dwukierunkowe i całkowicie zamknięte, mogą odbierać ciepło bezpośrednio z tyrystorów. Brak jest ruchomych elementów, tak więc system jest prosty, nie wymaga konserwacji i jest cichy.



## System chłodzenia wodą

1. wymiennik ciepła
  2. zawory
  3. pompa wodna głównego cyklu
  4. tyrystor
  5. zbiornik z wodą
  6. pompa dostarczająca wodę
  7. jonizator
  8. zbiornik ekspansyjny
  9. cylinder z azotem
- T. Czujnik temperatury  
P. Czujnik ciśnieniowy  
F. czujnik przepływu  
Q. Czujnik przewodności  
L. czujnik poziomu wody



## 8. NAJWYŻSZA JAKOŚĆ PRODUKCJI PRZEDE WSZYSTKIM

Centrum testowe systemów SVC gwarantem jakości



Mimo, że do produkcji systemów SVC wykorzystywane są podzespoły renomowanych producentów, takich jak ABB, IT, EUPEC, TOSHIBA, MITSUBISHI, są one testowane we własnym laboratorium, co umożliwia odnalezienie uszkodzonych elementów, takich jak rezystory, kondensatory, SCR.

- napięcie testowe: do 220kV
- zdolność testowa 10MVA,
- wszystkie rodzaje specjalnych testów SVC,
- ciągła praca dynamiczna przez 72h (test przed wysyłką),
- maksymalnie skrócony czas testów na miejscu instalacji,
- poprawa niezawodności urządzeń

## Laboratorium starzeniowe wysokich i niskich temperatur

Wszystkie komponenty kluczowe systemu SVG są poddawane testom starzeniowym w niskich i wysokich temperaturach, w ramach systemu jakości ISO9001.



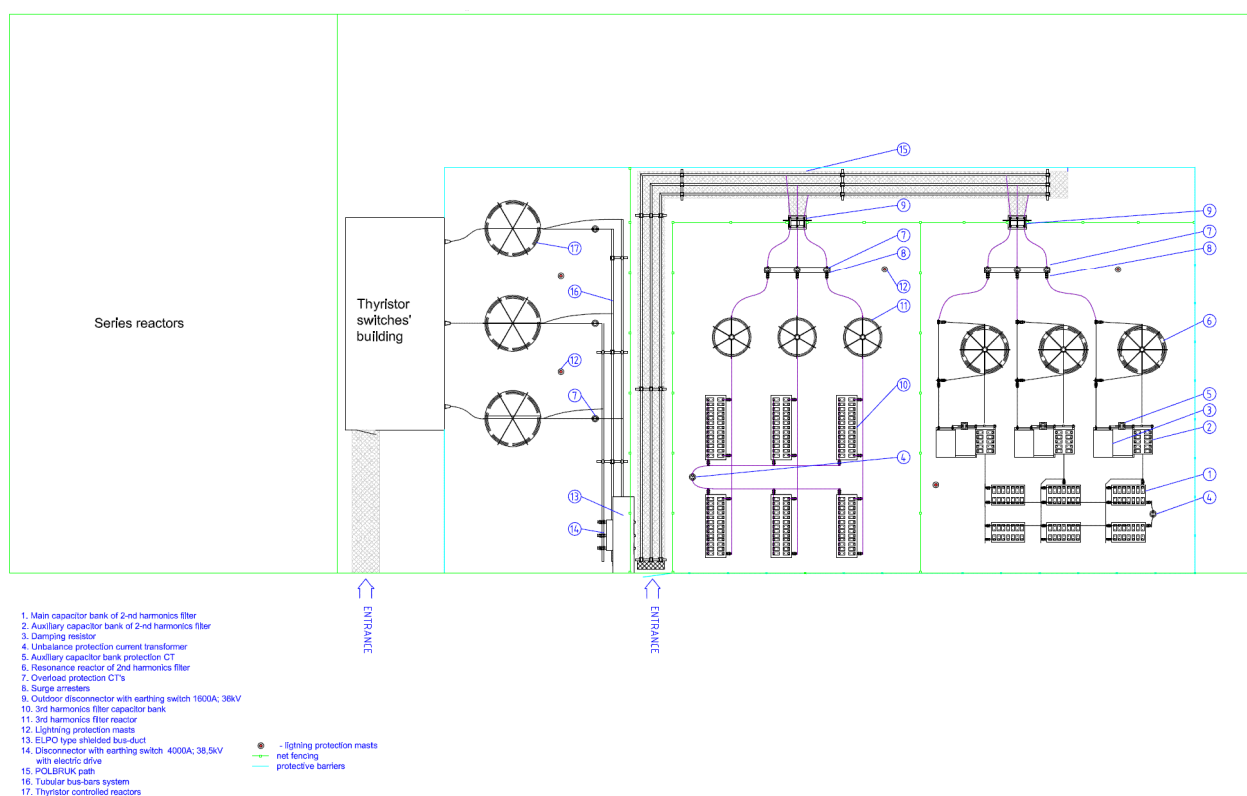
Laboratorium ELMA energia



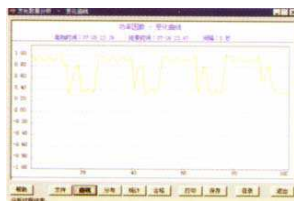
# 9. KOMPLEKSOWE PROJEKTOWANIE I REALIZACJA INSTALACJI SVC W FIRMIE ELMA ENERGIA

## Zintegrowany projekt

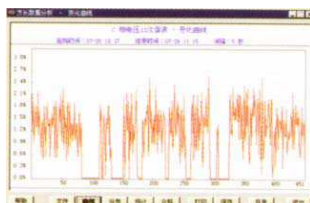
- projekt systemu,
- dostawa podzespołów,
- projekt wyposażenia, projekt budowlany,
- wytyczne do instalacji,
- rozwiązywanie problemów i uruchomienie,
- szkolenie,
- dostawa części zapasowych,
- konserwacja i naprawy,
- zdalny monitoring



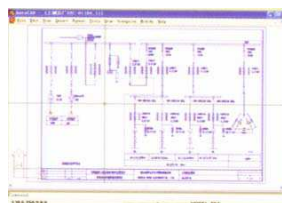
ISO9001 GB IEEE IEC



Analizy przepływu obciążenia



Plan systemu  
- lokalizacja  
- moc systemu  
- tło harmoniczných



Projekt systemu  
- konfiguracja systemu  
- tłumienie harmoniczných  
- parametry urządzeń  
- oszacowanie strat i kosztów



Projekt sterowania i zabezpieczeń  
- projekt sterowania i zabezpieczeń  
- funkcje sterujące  
- czas odpowiedzi



## OFERTA ELMA energia:

- Kondensatory energetyczne nn i SN
- Automatycznie regulowane baterie kondensatorów nn
- Baterie kondensatorów nn i SN z dławikami ochronnymi
- Baterie kondensatorów SN i WN statyczne oraz regulowane automatycznie
- Pasywne filtry wyższych harmoniczných nn, SN i WN
- Transformatorowe filtry pasywne SN
- Filtry aktywne
- Systemy kompensacji nadążnej średnich napięć SVC i STATCOM
- Tyristorowe kompensatory nadążne średnich i wysokich napięć TSC
- Kompensacja farm wiatrowych
- Usługi projektowe, pomiarowe i elektromontażowe



**Transformatorowe filtry pasywne LC. Instalacja na napięciu 21,4kV.  
Realizacja Elma energia**