



MERUS POWER

SVC VE STATCOM ARK OCAĞI UYGULAMASI

Merus Power
TÜRKİYE
www.stekno.com.tr

Sunum;

1. Şirketimizin tanıtımı
2. Merus™ ark ocağı kompanzasyon çözümleri
 - a) Merus™ SVC
 - b) Merus™ STATCOM
3. Merus kompanzasyon, Yatırım ve maliyet geri dönüşümü
4. Seçilmiş referanslar ve uygulamalar



Merus Power Türkiye

Finlandiya merkezli, Bir küresel yeşil enerji şirketidir

- Dünya lideri enerji depolama ve güç kalitesi sistemleri tasarlıyor ve sunuyoruz
- Güç elektroniği, gelişmiş ve güvenilir kontrol yazılımı ve yenilikçi elektrik mühendisliği Merus Power'ın kalbidir.



Misyonumuz ve Vizyonumuz



Mission

Merus™ Energy Depolama and Güç Kalite Çözümleri yenilenebilir enerji büyümesini, endüstri verimliliğini artırmayı ve daha sürdürülebilir ve enerji açısından verimli bir sistem yaratmayı mümkün kılıyor.



Vision 2025

Dünyanın en kaliteli akıllı şebeke çözümü üreticisiyiz ve küresel pil enerji depolama ve güç kalitesi pazarlarında tercih edilen bir tedarikçi olarak tanınmaktadır.

Merus™ Çözümler

Merus™ ESS – Enerji Depolama Sistemlerinin, yenilenebilir enerjilere entegrasyonu



Merus™ Enerji Depolama Çözümü, yenilenebilir enerjinin güvenilir şekilde depolanmasını yapar ve elektrik şebekelerine kolay entegrasyonunu sağlar. Ayrıca, frekans düzenleme rezerv piyasalarında ağın istikrarını destekler.

Merus™ Güç Kalite Çözümleri



Merus™ Güç Kalitesi çözümleri, önemli enerji ve maliyet tasarrufları sağlarken üretkenliklerini ve üretim güvenilirliklerini artırarak endüstriyel müşterilerimize yardımcı olur.

Merus™ Servis



Merus™ Güç Kalitesi çözümleri, önemli enerji ve maliyet tasarrufları sağlarken üretkenliklerini ve üretim güvenilirliklerini artırarak endüstriyel müşterilerimize yardımcı olur.

Taahhütlerimiz



Yenilenebilir enerji geçişini hızlandırın!

- Kolay şebeke bağlantısını etkinleştirme
- Şebeke kararlılığının sağlanması
- Şebeke kodu uyumluluğunu karşılamak



Yeni gelir kaynağı ve artan karlılık

- yenilenebilir enerjinin zorluklarını yeni gelire dönüştürmek
- frekans düzenleme pazarlarında büyüme fırsatları
- enerji üretiminde karlılığın artırılması



Verimliliği artırırken enerji tasarrufu sağlıyor, Endüstriyel müşterilerimize yardımcı oluyoruz

- Geliri artırmak
- Önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamak
- Üretkenliği artırmak
- Süreç güvenilirliğini sağlamak
- Şebeke kodu uyumluluğunu karşılamak



DAHA İYİ GELECEK İÇİN SÖZ VERİYORUZ



Sürdürülebilirlik

Yenilikçi çözümlerimizle, yenilenebilir enerjiyi destekliyoruz

Bir çok enerji üretim tesislerine entegre çözümler üretebiliyoruz.



Elektrik Şebeke Kalitesi

Enerji depolamamız, yeşil enerji ve tüketim arasındaki dengesizliği dengeler.

Yenilenebilir enerji şirketleri için yeni bir gelir kaynağı yaratır.



Saf Gelecek

Enerji depolama sistemimiz yenilenebilir enerji büyümesini hızlandırır.

Merus™ güç kalitesi çözümleri, enerji tasarrufu sağlarken endüstriyel müşterilerin üretkenliğini artırır.



MERUS POWER

Ölçeklenebilir teknolojimizin birçok uygulaması vardır.



Yenilenebilir Enerji

Güneş enerjisi, Rüzgar enerjisi
Hidro elektrik santralleri
Endüstriyel güç dönüşümleri
Akıllı şebeke, Mikro Şebeke



Şebeke Alt Yapısı

Temiz su ve atık su arıtma tesisleri
Elektrikli araç şarj noktaları ve şebeke
Trafo merkezleri, iletim ve dağıtım
tesisleri
Akıllı şebekeler, mikro şebekeler



Ağır şart endüstriler

madencilik, mineral ve çimento
endüstrisi Demir ve çelik endüstrisi
Petrol ve gaz endüstrisi



Ticari Mahaller

Data
merkezleri, serverlar, hastaneler, hava
alanları ve alışveriş merkezleri



Hafif şart Endüstri

Hızlı dalgalanan yüklere sahip
endüstriler Kritik proses endüstrisi
İmalat endüstrisi

Merus™ ESS

Enerji Depolama Sistemi



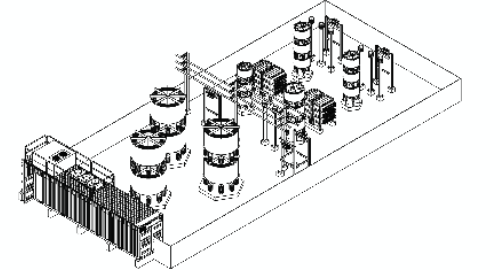
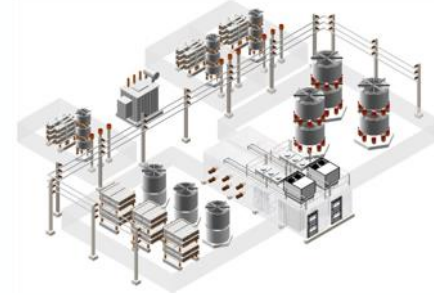
Merus™ HPQ

Hybrid Güç Kalitesi



Merus™ SVC

Statik var Kompanzasyon



Merus™ A2

Aktif Harmonik Filtreler

Merus™ UPQ

Kesintisiz Güç Kalitesi

Merus™ STATCOM

Dinamik Senkron Kompanzasyon

Merus™ Servis



Yerel ve küresel ortak ağımla birlikte geniş bir hizmet yelpazesi sunuyoruz. Müşterileri yatırımlarının yaşam döngüleri boyunca destekliyoruz.

- Merus™ Wise IoT uzaktan servis, Yerde servis
- Servis anlaşmaları & hızlı yedek parça
- Devreye Alma & Sistem kurulumu
- Güç Kalite Ölçümleri & Analiz raporlama
- Eğitimler & Destek takımı
- Modifikasyonlar



Kaliteli ve Hızlı Servis



Esnek ve uygun servis çözümleri



Yenilikçi Mühendislik Çözümleri

- Merus™ Ürün Portföyü, Daha yenilikçi ürün geliştirmemizin bir sonucudur.
- Yetenekli ve deneyimli bir Ar-Ge ekibimiz var
- Derin teknolojik ve mühendislik uzmanlığı
- Finlandiya'daki en iyi test tesislerinden biri
- Güçlü IPR, yenilikçi Merus™ Ürün Portföyümüzü korur

Patent No. US 10,148,095 B2 / EP 2976821 / South Korea 10-2015-7028087



Global Referanslar

59 ülke de çalışan çözümlerimiz



MERUS POWER



Merus™ SVC ve STATCOM Teknolojilerimize Genel Bakış

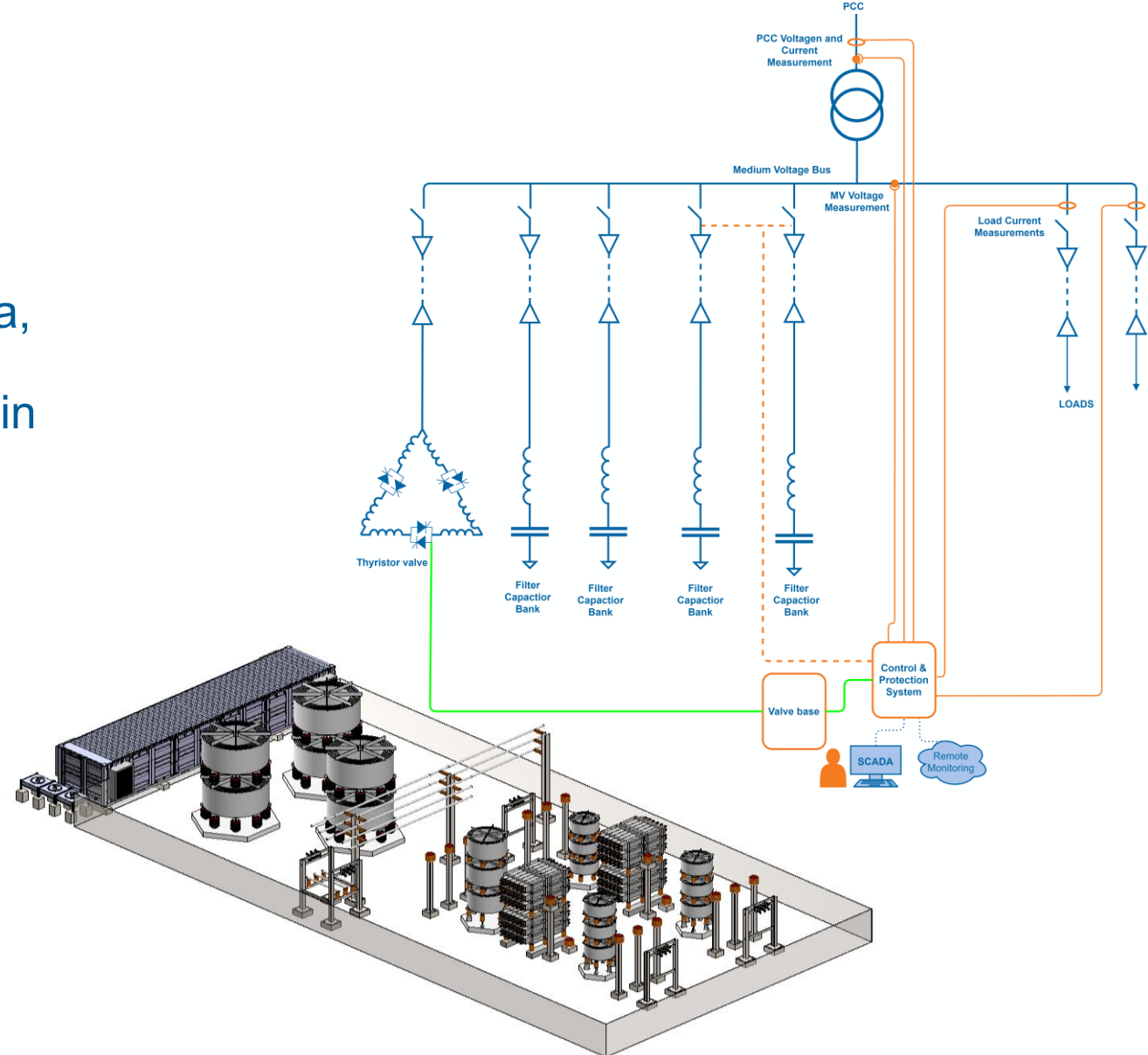
SVC –A Empedans Kontrolü

- Bir hava çekirdekli reaktör aracılığıyla endüktif akımı kontrol etmek için bir tristör valfi kullanılır
- Tristör kontrollü reaktör (TCR) kontrollü bir empedanstır
- Merus Power tristör valfi
- 38,5kV'a kadar nominal voltaj
- 2500A'e kadar nominal akım
- 250Mvar'a kadar nominal 3 fazlı güç
- Verimlilik ~ %99,8
- Su soğutma, max debi 40 m³/h
- İki (2) yedekli disk seviyesi
- Basit disk değişimi
- Finlandiya'da Merus Power tarafından üretilmiş ve test edilmiştir



SVC – A Empedans Kontrolü

- SVC sistemi, üç adet tristör kontrollü reaktörden (TCR) ve çoklu filtre kapasitör bankalarından oluşur
- Filtre kapasitörleri tipik olarak bazı harmonik frekanslarda ayarlanmıştır
- Tipik çelik endüstrisi uygulamalarında, güç aralığı hafif endüktiften kapasitife
- TCR gücü \geq filtre kapasitör güçlerinin toplamından
- Ana kontrolör, ayrı SVC bileşenlerini kontrol eder
- EAF ve LF yük değişiklikleri için 1/50 ms yanıt süresidöngüsü
- PCC'de istenen uzun vadeli güç faktörünü korumak için daha yavaş kontrol



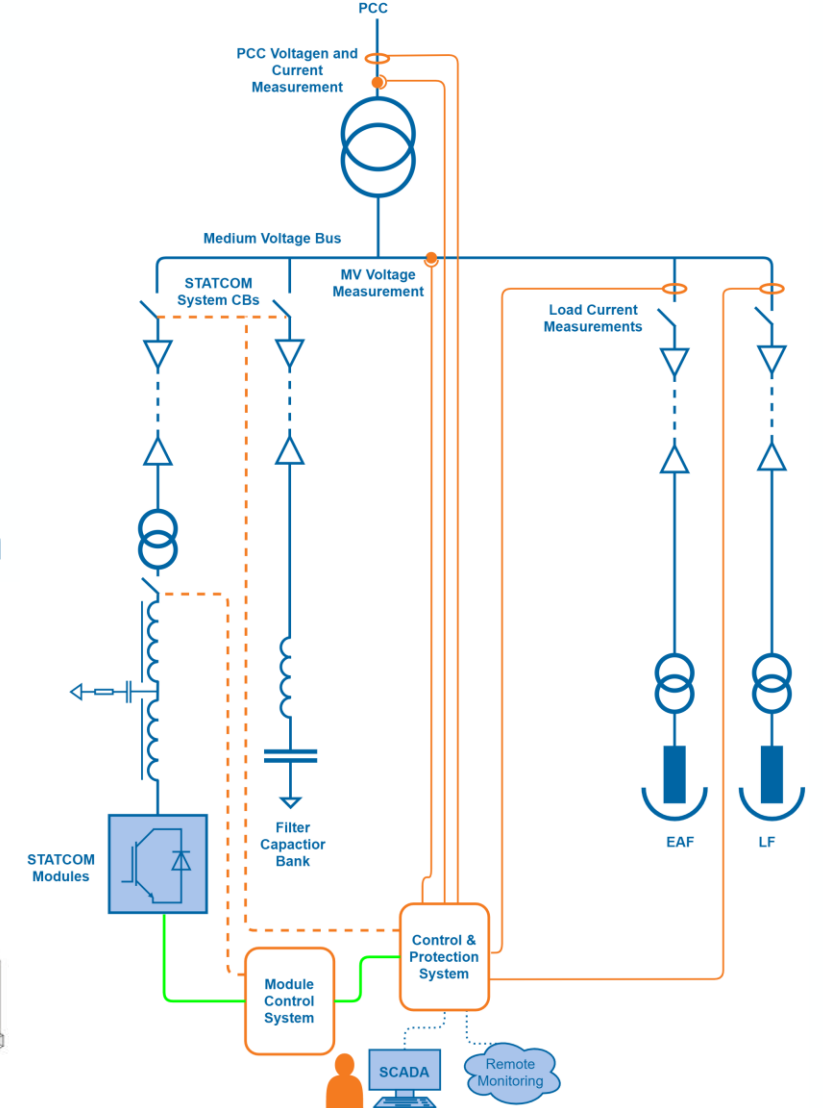
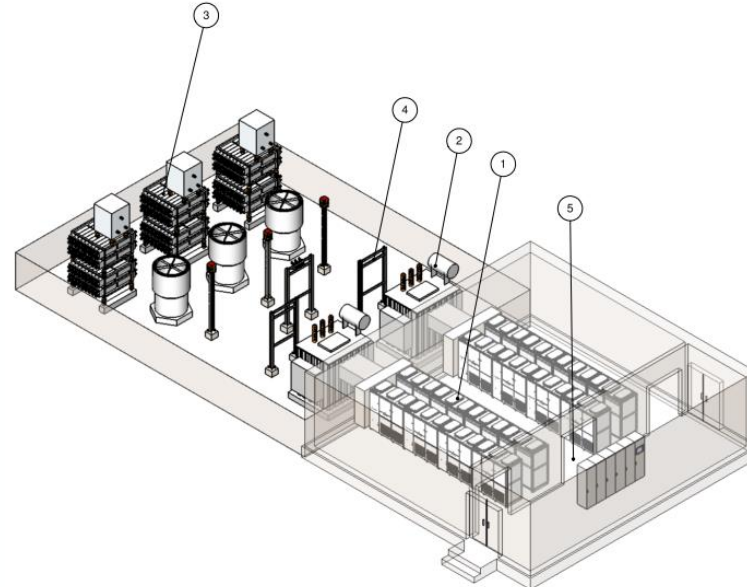
STATCOM – A şebeke akım kontrolü

- STATCOM dinamik bir yük dengeleyicidir
- Reaktif güç
- Harmonikler
- Dengesizlik
- STATCOM modülü, kontrollü bir akım kaynağı olarak anlaşılabilir
- Gerçek zamanlı olarak herhangi bir akım dalga biçimi üretebilme
- A2 aktif filtreye benzer yapı ancak çok daha büyük
- Merus M2000-modülü
- 2MVAR
- 2 kV
- Bağımsız kontrol ünitesi



STATCOM – A şebeke akım kontrolü

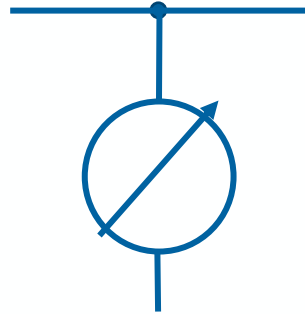
- STATCOM-sistemi birden çok STATCOM-modülünden oluşur
- Tipik çelik endüstrisi uygulamalarında reaktif gücün ~yarısı filtre kapasitör banklarından alınır.
- Filtre kapasitörleri tipik olarak bazı harmonik frekanslarda ayarlanmıştır
- Ana kontrolör, bireysel STATCOM modüllerini kontrol eder
- EAF ve LF yük değişiklikleri için yanıt süresi <1 ms
- PCC'de istenen uzun vadeli güç faktörünü korumak için daha yavaş kontrol



STATCOM vs SVC – Karşılaştırma

Statcom

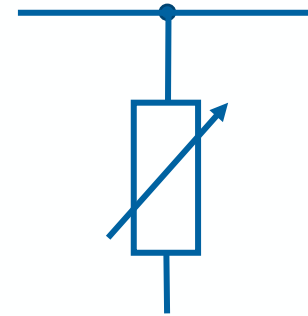
Şebeke Akım Kontrolü



$$Q_{STATCOM} = U * I_{AF} = 1 * I_{AF} = 100\%$$

SVC

Empedans Kontrolü

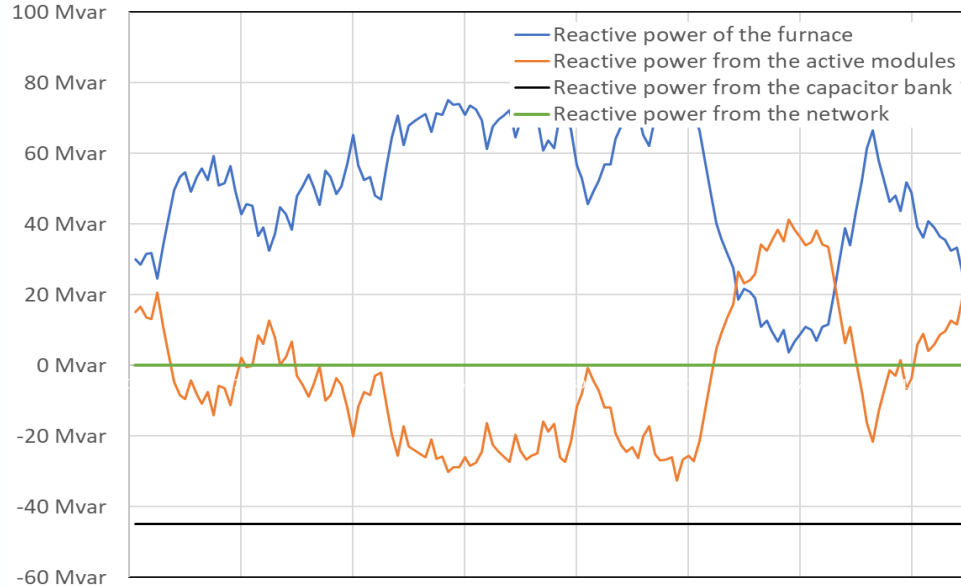


$$Q_{SVC} = \frac{U^2}{Z_{SVC}} = \frac{1^2}{Z_{SVC}} = 100\%$$

STATCOM vs SVC – Çalışma Prensibi

STATCOM

- Kapasitör bankları, reaktif güç ihtiyacının temelini temin eder,
- STATCOM modüller, anlık değişken reaktif-Endüktif güç temin eder,
- +/- STATCOM modülünün reaktif gücü, şebekeden gelen reaktif gücün her zaman sıfır olması için kontrol edilir.



SVC

- Kapasitör bankları sabit kapasitif reaktif güç üretir,
- TCRs Lar değişken reaktif, Endüktif güçleri telafi eder,
 - TCR modülünün reaktif gücü kontrol edilir, böylece şebekeden gelen reaktif güç her zaman sıfır olur



STATCOM vs SVC – Reaktif güç kompanzasyonu

- STATCOM = kontrollü akım kaynağı → Gerilimle doğrusal orantılı reaktif güç çıkışı
-
- STATCOM anlık olarak aşırı yüklenebilir
 - SVC'den farklı olarak aşırı yük kontrol edilebilir

$$Q_{STATCOM} = UI_{STATCOM} = 1 \cdot I_{STATCOM} = 100\%$$

$$Q_{STATCOM} = UI_{STATCOM} = 0.9 \cdot I_{STATCOM} = 90\%$$

$$Q_{STATCOM} = UI_{STATCOM} = 1.1 \cdot 2I_{STATCOM} = 220\%$$

- SVC = Empedans kontrollü → Gerilimin karesiyle orantılı reaktif güç çıkışı
- SVC kasıtlı olarak aşırı yüklenemez
- Nominal güçten daha yüksek sadece sistem gerilimi 1 pu'nun üzerinde olduğunda mümkündür

$$Q_{SVC} = \frac{U^2}{Z_{SVC}} = \frac{1^2}{Z_{SVC}} = 100\%$$

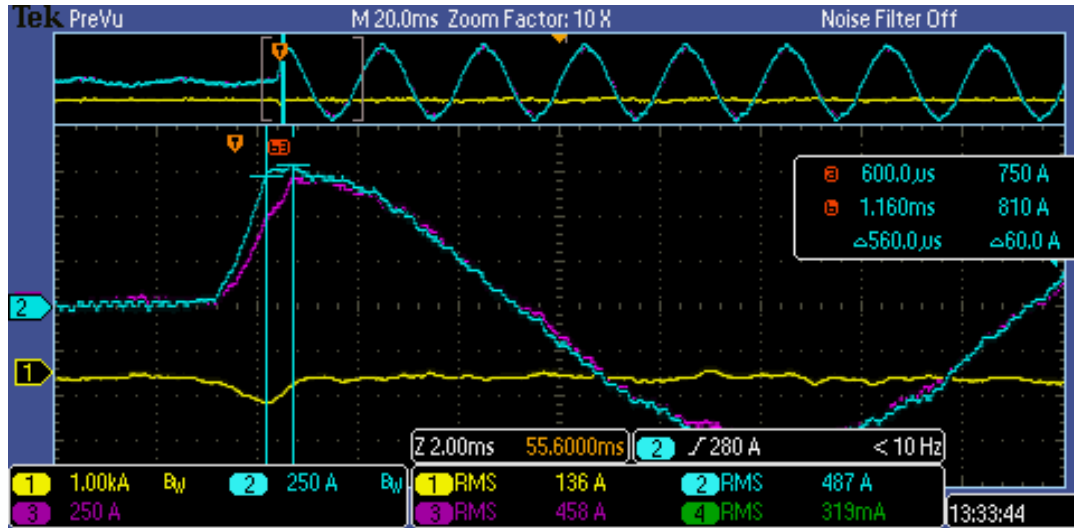
$$Q_{SVC} = \frac{U^2}{Z_{SVC}} = \frac{0.9^2}{Z_{SVC}} = 81\%$$

$$Q_{SVC} = \frac{U^2}{Z_{SVC}} = \frac{1.1^2}{Z_{SVC}} = 121\%$$

STATCOM vs SVC – Tepki Süresi

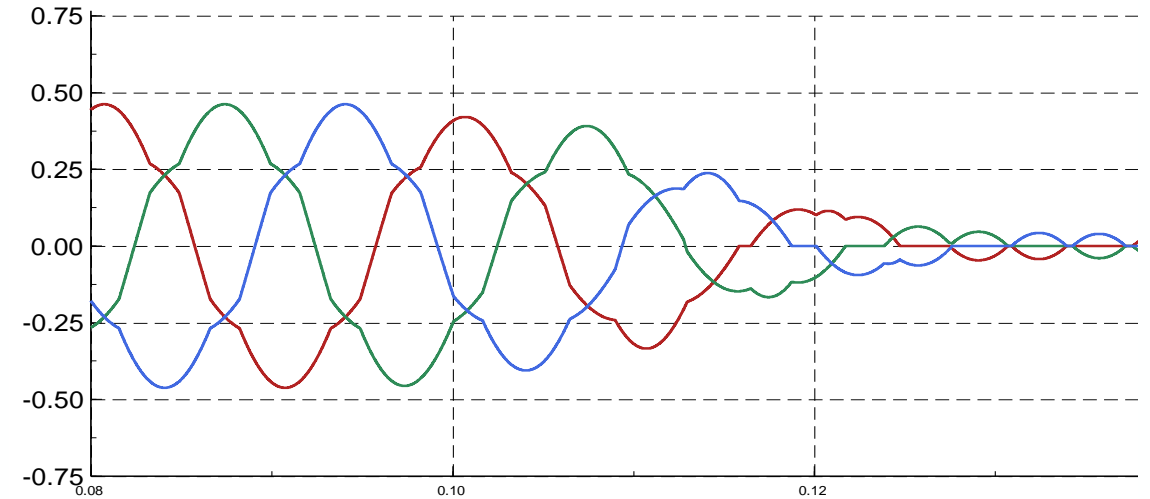
STATCOM

- Kontrol sistemi hızı ve IGBT anahtarlama frekansı tarafından belirlenen yanıt süresi
- Tepki süresi $\sim 600\mu s$
 - Flicker attenuation factor 5



SVC

- Güç sistemi frekansı tarafından belirlenen yanıt süresi
- Tepki Süresi (20ms/16.67ms)
 - Flicker attenuation factor 2



STATCOM vs SVC – yedekli redundant çalışma



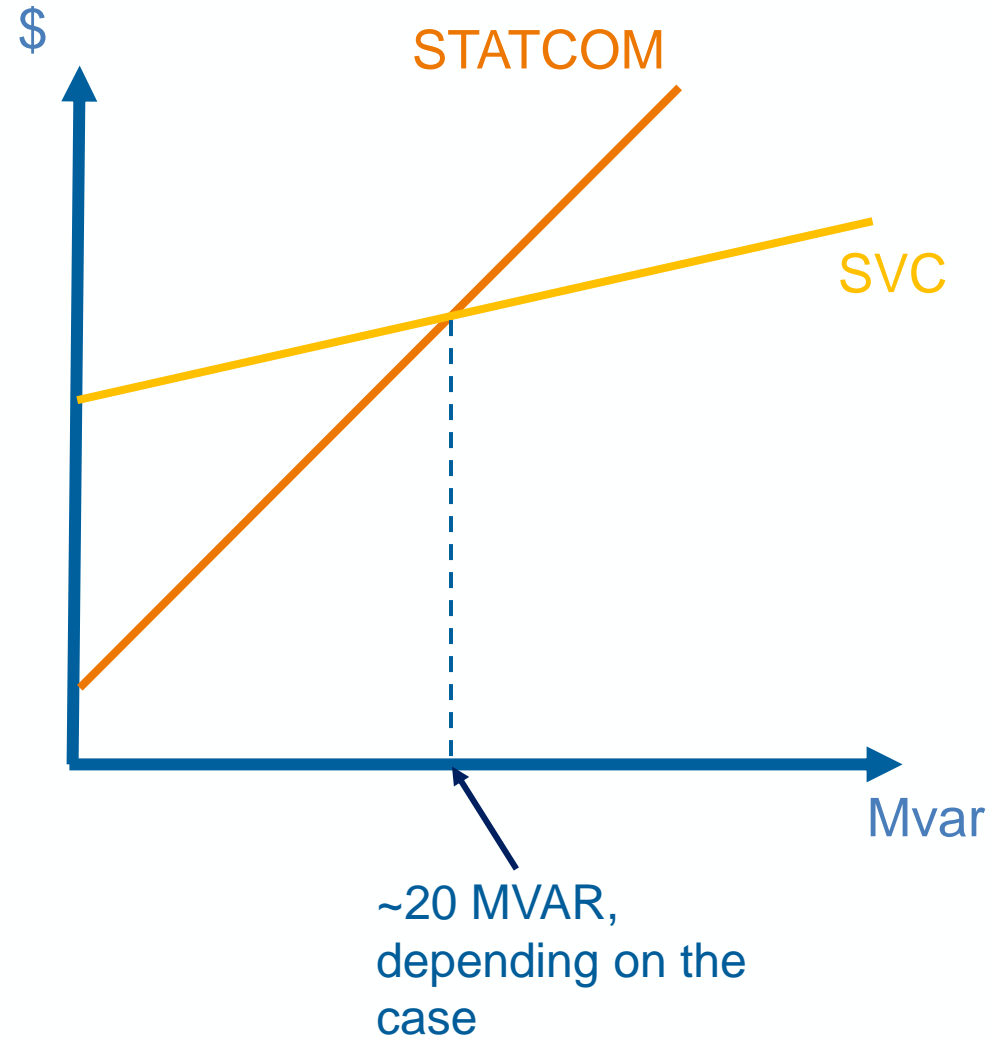
STATCOM

- Bağımsız modüller
- Bir modül arızası sistemi durdurmaz
- Her modül bağımsız soğutma sistemine sahiptir.
- STATCOM, kapasitör bankalarından herhangi birinin veya tümünün arızalanması durumunda çalışmaya devam eder.

SVC

- Yedekli redundant çalışma
- Tristör diskleri
- Vana tabanı kontrol çıkışları
- Soğutma sistemi pompaları
- Soğutma sistemi fanları
- Yüksek dereceli harmonikler olmadan çalışabilir

STATCOM vs SVC – Maliyet Karşılaştırması



Merus™ SVC and STATCOM Temel Bileşenler

Kontrol & Güvenlik sistemi

Merus Power SVC ve STATCOM kontrol ve koruma sistemi Nokia, Finlandiya'da tasarlanmış, üretilmiş ve test edilmiştir.

- Güvenilir ve sağlam tasarım
- DSP + FPGA ile Merus MCC
- Flicker / PFC / AVR kontrolü
- Fiber optik iletişim bağlantısı
- Tristör valfleri için kolay değişim,elektronik kontrol sistemi
- Endüstriyel PLC,logic işlemler için
- HMI
- Merus SCADA, olay kaydı ve güç kalitesi izleme
- Profinet aracılığıyla uzaktan iletişim



SVC Thyristor valf

Merus Power tristör valfleri Nokia Finlandiya'da tasarlanmış, üretilmiş ve test edilmiştir.

- Güvenilir ve sağlam tasarım
- 38,5kV'a kadar nominal voltaj
- 2500A'e kadar nominal akım
- 250Mvar'a kadar nominal 3 fazlı güç
- Verimlilik ~ %99,8
- Su soğutma, max debi 40 m³/h
- İki (2) yedek disk Redundant
- Basit disk değişimi



STATCOM moduller

Merus™ M2000 STATCOM modüller
Nokia Finlandiya'da tasarlanır, üretilir ve test edilir

- Her sisteme özel modül tasarımı
- Bağımsız soğutma sistemi
- Bağımsız kontrol ve koruma sistemi
- Yüksek düzeyde yedeklilik
- Modüllerin geri kalanı normal işletimدهyken her modül bakım için kapatılabilir.



Filtreli kapasitör blokları

- Orta gerilim tesisatı
- İstenen harmonik akımları azaltmak için ayarlanmıştır
- Yedekli tasarım
- Koruma ve izleme
- Uygun maliyetli reaktif güç üretimi



Soğutma sistemi

- Deiyonize su
- Su bağlantıları minimize edilmiştir
- Yüksek kaliteli metaryeller
- Isı alıcılar EN AW-6060 T66
- Pompa AISI 304L
- Borular ve bağlantı parçaları AISI 304L, PPSU, PEX
- Kaynaksız bileşenler AISI 304/ 316L



Merus Kompanzasyon sistemleri, yatırım ve geri dönüşüm

EAF - Fliker

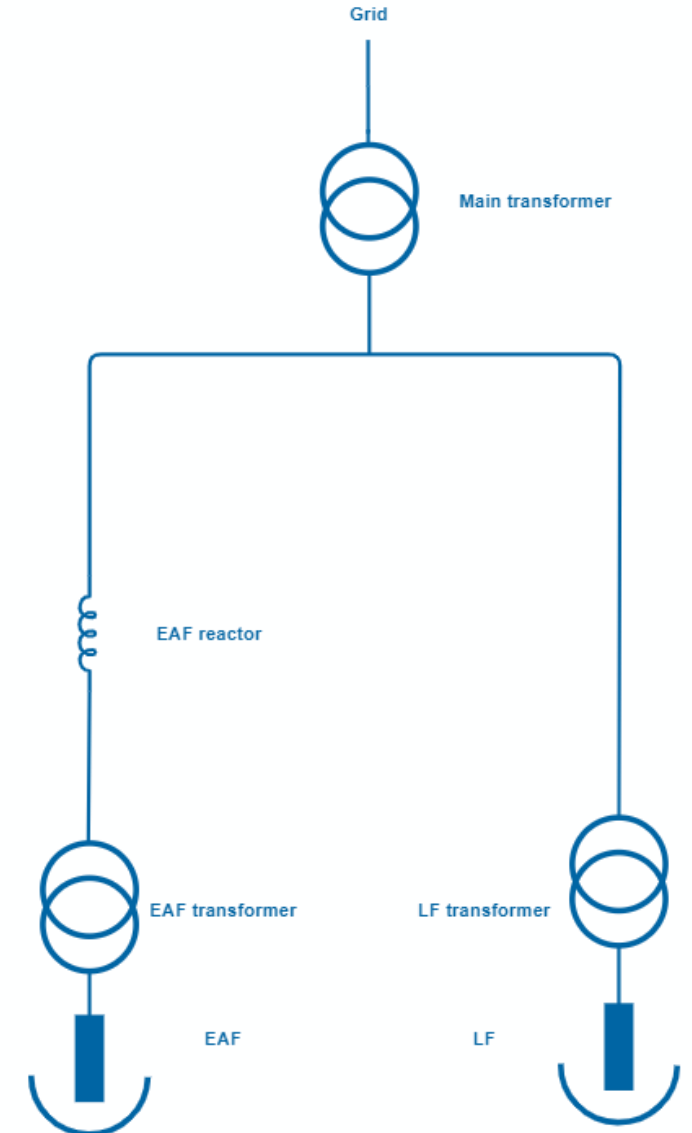
- Gerilim değişimi, reaktif g¼c talebindeki deęiřimden kaynaklanır
- Bir EAF, reaktif g¼c talebinde hızlı değişime neden olur
- Bu, hızlı voltaj değişimleri yaratır → yüksek fliker

$$\Delta U \approx \frac{\Delta Q_c}{S_k}$$

ΔU = Voltage change

ΔQ_c = Change in reactive power demand

S_k = Fault level



EAF - Flicker

- Merus STATCOM veya SVC, şebekeden gelen reaktif güç talebini ortadan kaldırır
→ ortadan kaldırılan reaktif güç nedeniyle voltaj değişimi

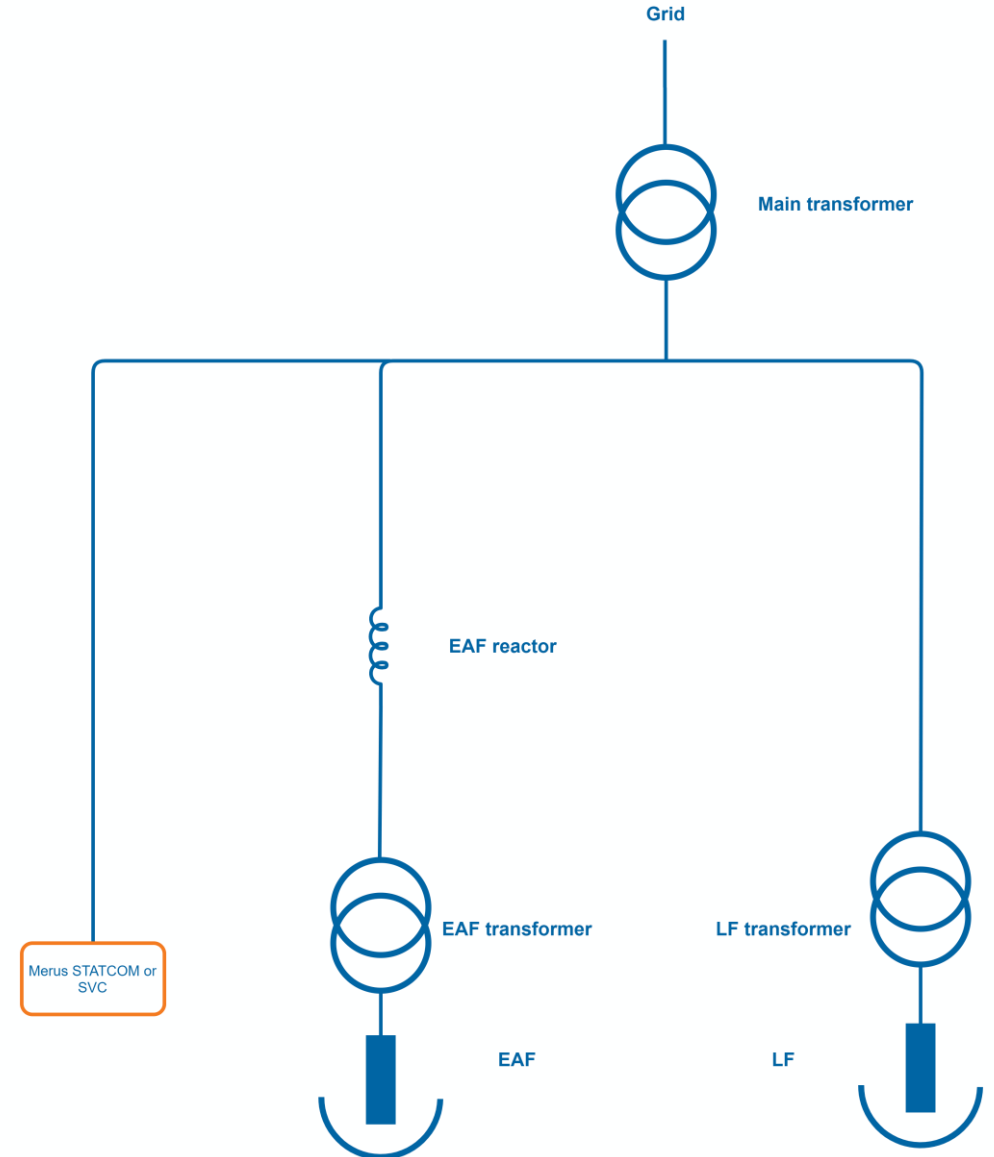
$$\cancel{\Delta U} \approx \frac{\cancel{\Delta Q_c}}{S_k}$$

ΔU = Voltaj değişimi

ΔQ_c = Reaktif güç değişimi

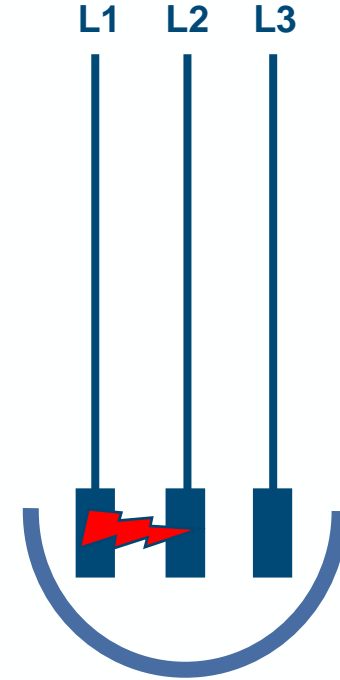
S_k = Hata seviyesi

$$P_{st} = \frac{P_{st_0}}{\text{Attenuation factor}}$$



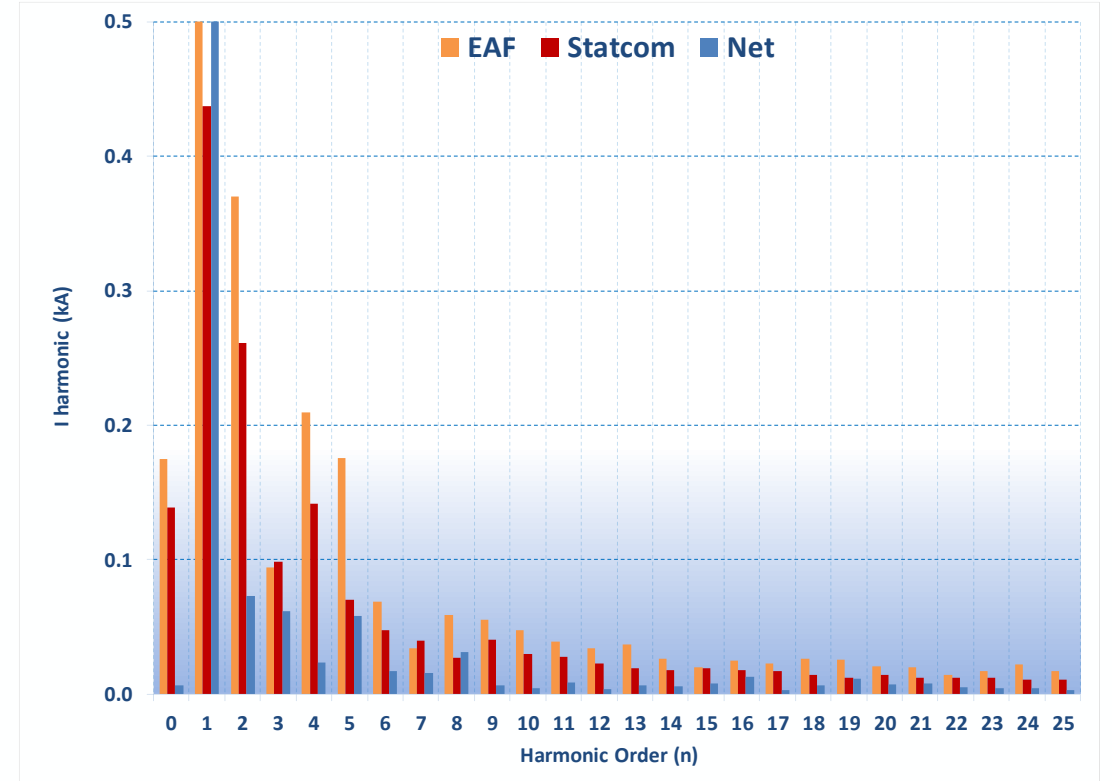
EAF - Dengesizlikler

- Bir AC EAF'nin üç elektrotu vardır
- İki elektrot kısa devre yaptığında, yüksek reaktif güç talebi nedeniyle bu iki fazda voltaj önemli ölçüde düşer.
- Asimetrik voltaj düşüşü, şebekede voltaj dengesizliği (negatif dizi voltajı) oluşturur
- Bir STATCOM veya bir SVC, asimetrik reaktif güç talebini telafi edebilir → voltaj dengesizliği ortadan kalkar



EAF - Harmonikler

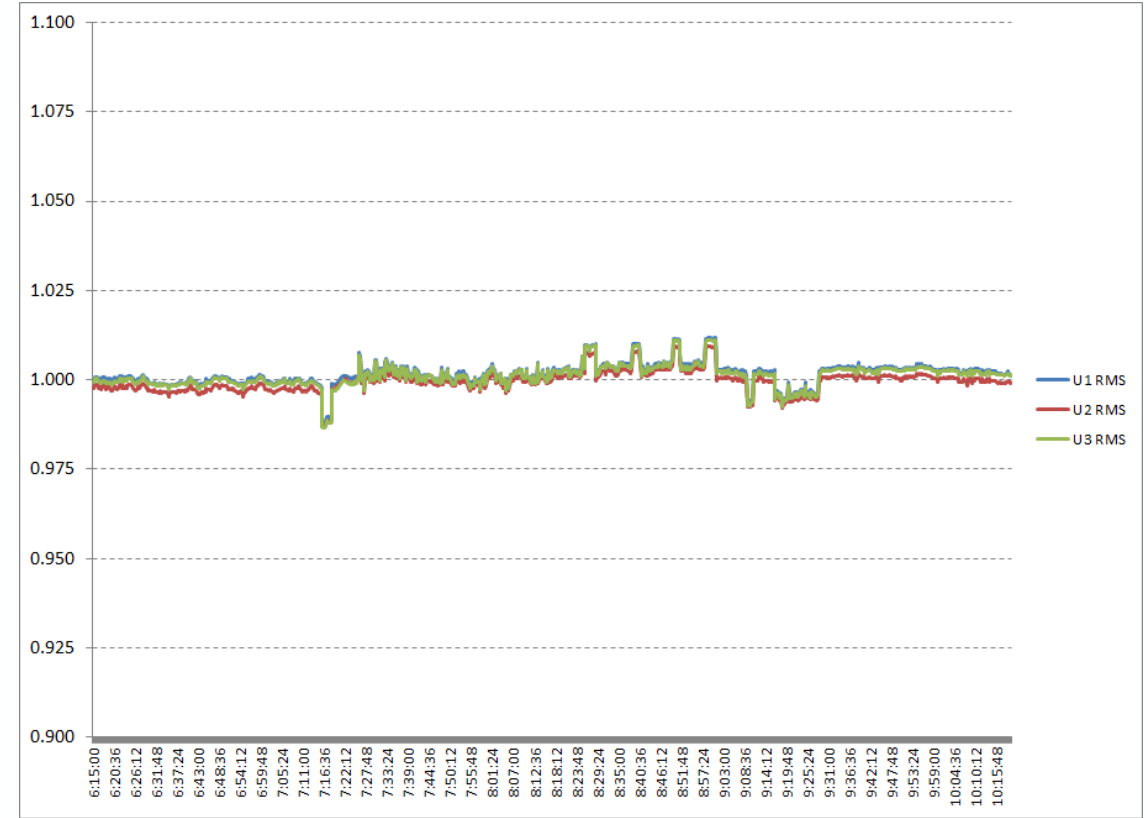
- AC ocak geniş spektrumlu harmonikler oluşturur
- DC ocak sürücüleri karakteristik harmonikler oluşturur
- Harmonik akımlar, besleme şebekesinde ve fabrika şebekesinde voltaj bozulması yaratır
- Harmonik akımlar ayrıca aşırı kayıplar yaratır
- STATCOM ve SVC, fırınlardan gelen harmonikleri telafi eder



EAF - Güç Artışı

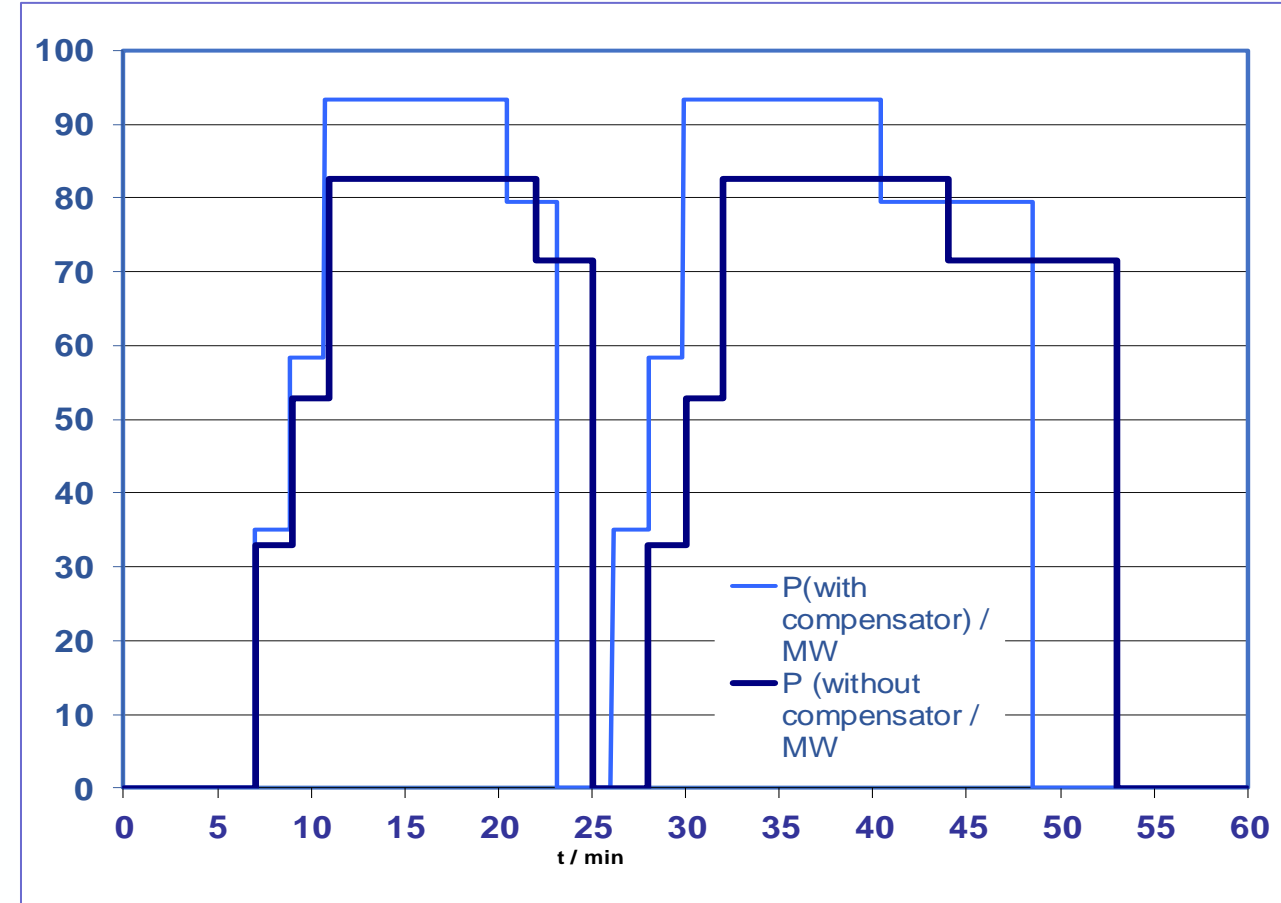
- Bir ark ocağı bir empedans yüküdür
- Gerilimin karesiyle orantılı güç çeker
- Merus STATCOM veya SVC voltajı stabilize eder
- Daha yüksek ortalama voltaj
- Daha yüksek ortalama güç
- Ark ocağı güç artışına sebep olur

$$P = P_0 \frac{U^2}{U_0^2}$$



EAF–Kompanzasyonun zaman üzerinden güç kaybı

- Eritme işlemi belirli miktarda enerji/ton gerektirir
- Ocaktaki malzemeye enjekte edilen enerji $P \times t$ 'dir.
- Kompansatör ile ortalama güç daha yüksektir → aynı enerji çıktısını elde etmek için daha az zaman gerekir



Geri ödeme bileşenleri örneği

- Üretim artışı ~%8 - %10
- Daha kararlı ark ve azaltılmış dokunma süresi nedeniyle azaltılmış elektrot tüketimi
- Tahmini elektrot tasarrufu ~0,18kg / ton
- 2019'da ortalama elektrot maliyeti €10/kg
- Toplamda ~%2 daha az güç kaybı
- Ana trafo kayıpları
- Fabrikanın elektrik şebekesindeki diğer bileşenler
- Fırında radyasyon kayıplarında azalma
- Tipik geri ödeme 2 yıl



Merus™ SVC ve STATCOM Seçilmiş Referanslar

225 MVar SVC için AC EAF uygulaması

Location: Middle East

Segment: Steel

Application: Electric Arc Furnace and Ladle Furnace

Requirements

Dynamic reactive power compensation of a rapidly fluctuating EAF+LF load

Solution

SVC configuration: 0 – 225 MVar SVC system @ 33 kV

- Thyristor Controller Reactors (TCR)
- Filter capacitor banks
- Control and Protection system (C&P)
- Cooling system
- Complete engineering

Benefits

Increased melting power -> decreased tap-to-tap time
Increased lifetime for EAF electrodes because of stable arc
Power factor, harmonics and flicker improvement

Status: Commissioned in 2020



225 MVAr SVC için AC EAF uygulaması



TCR reactor assembly



Filter capacitor bank assembly



Thyristor valve assembly

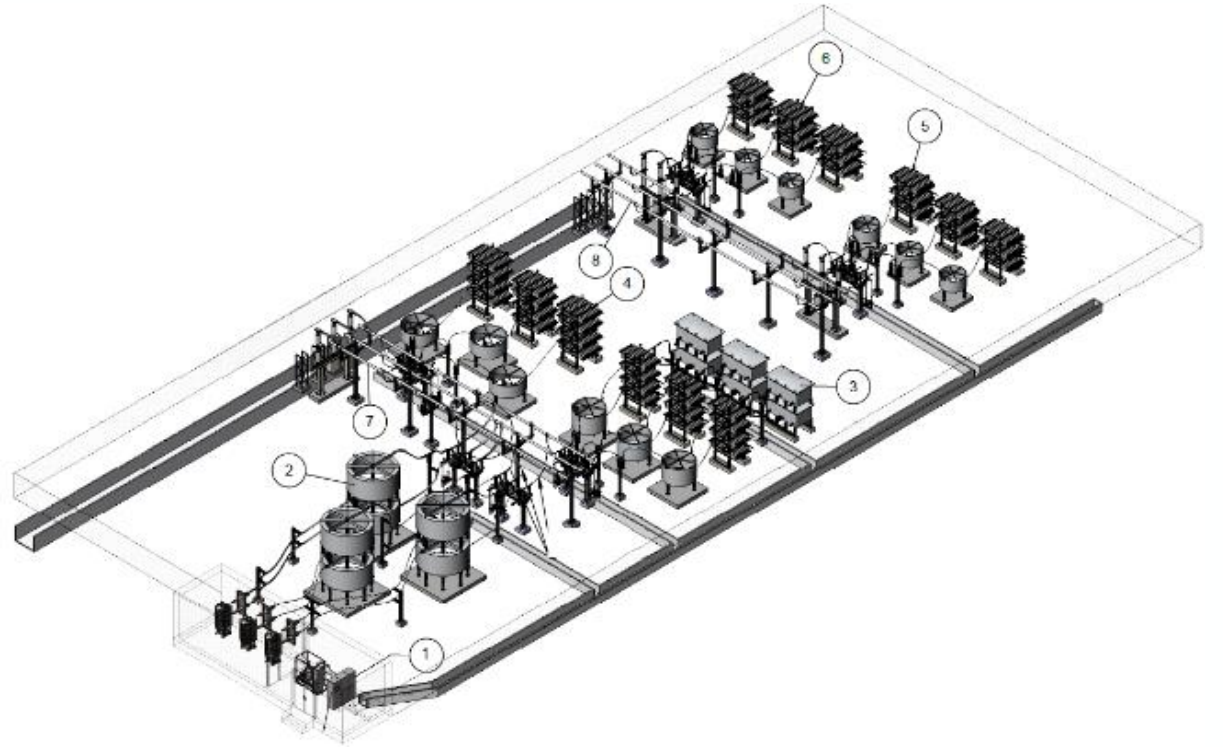
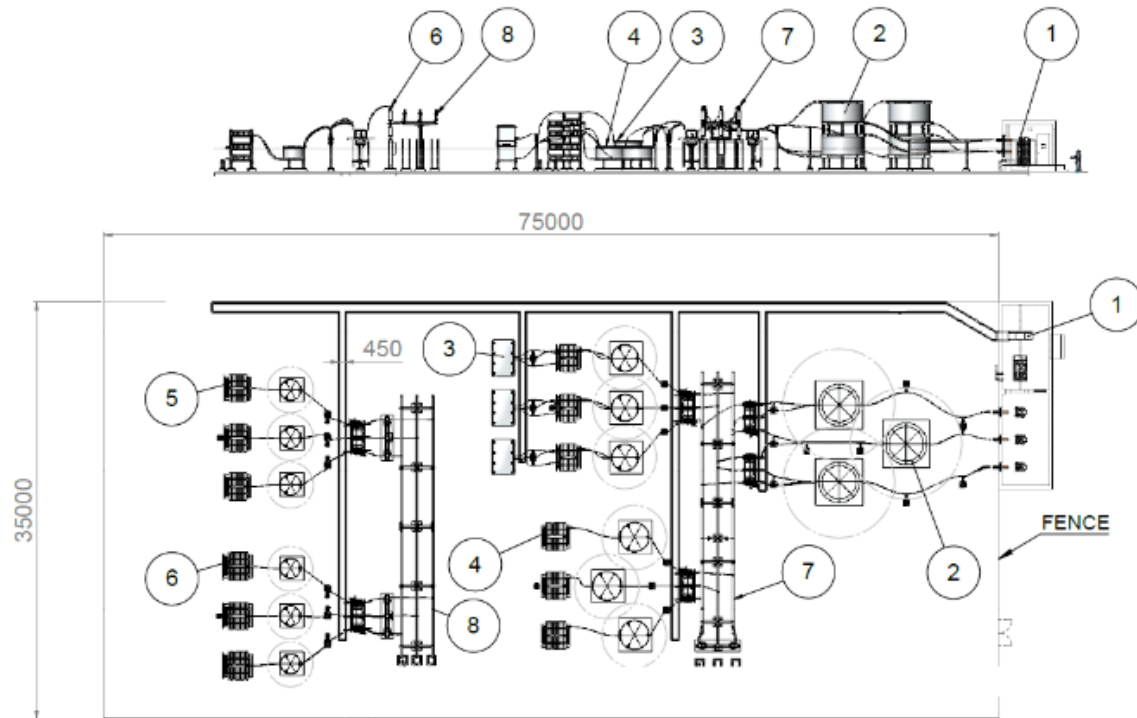


C&P cabinet



225 MVAr SVC için AC EAF uygulaması

Layout



Geri Ödeme hesabı

EAF CAPACITY INCREASE

Units	1	units
Capacity	170	ton per unit
Operation days	310	per anno
Tap to tap without compensation	58	min
Charges per day	24.8	
Tap to tap with SVC	52.7	min
Charges per day	27.0	
Capacity increase	114486	ton per anno
Profit	30	€/ ton
Profit due productivity increase	3 434 586	€ per anno

ENERGY SAVINGS

Energy	94350	kWh / charge
Energy cost	0.08	€/ kWh
Tap to tap time reduction	9.2	%
Radiation losses, on average over tap to tap time	20	%
Profit due radiation loss decrease	1 162 452	€ per anno

Power transformer loss decrease	21.1	kW
Profit due Power transformer loss decrease	12 531	€ per anno

ELECTRODE SAVINGS

Electrode consumption decrease	0.18	kg / ton
Electrode cost, on average for 2019	10	€/ kg
Profit due electrode savings	2 561 220	€ per anno

DYNAMIC COMPENSATION SYSTEM LOSSES

Active power losses over tap to tap	0.8	%
M2000 - compensation system nominal power	225	Mvar
Loss due the compensation system operation	-1 071 360	€ per anno

TOTAL PROFIT	6 099 429	€ per anno
---------------------	------------------	-------------------

26.3 MVar SVC için AC EAF uygulaması

Location: Sudan

Segment: Steel

Application: Electric Arc Furnace and Ladle Furnace

Requirements

Dynamic reactive power compensation of a rapidly fluctuating EAF+LF load

Solution

SVC configuration: 2.3 – 26.3 MVar SVC system @ 33 kV

- 24 MVar Thyristor Controller Reactors (TCR)
- 2nd, 3rd and 4th Filter capacitor banks
- Control and Protection system (C&P)
- Cooling system
- Complete engineering

Benefits

Increased melting power -> decreased tap-to-tap time
Increased lifetime for EAF electrodes because of stable arc
Power factor, harmonics and flicker improvement

Status: Commissioned in 2016



26.3 MVAr SVC için AC EAF uygulaması



26.3 MVar SVC için AC EAF uygulaması



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

Country: Sudan

Segment: Steel

Application: Electric Arc Furnace and Ladle Furnace

Requirements

Dynamic reactive power compensation of a rapidly fluctuating EAF+LF load

Solution

STATCOM configuration: 6 x M1000 (± 8 MVar) + 8 MVar fixed capacitor bank (2nd), total 0..16 MVar @ 33 kV

Benefits

Increased melting power -> decreased tap-to-tap time
Increased lifetime for EAF electrodes because of stable arc
Power factor, harmonics and flicker improvement

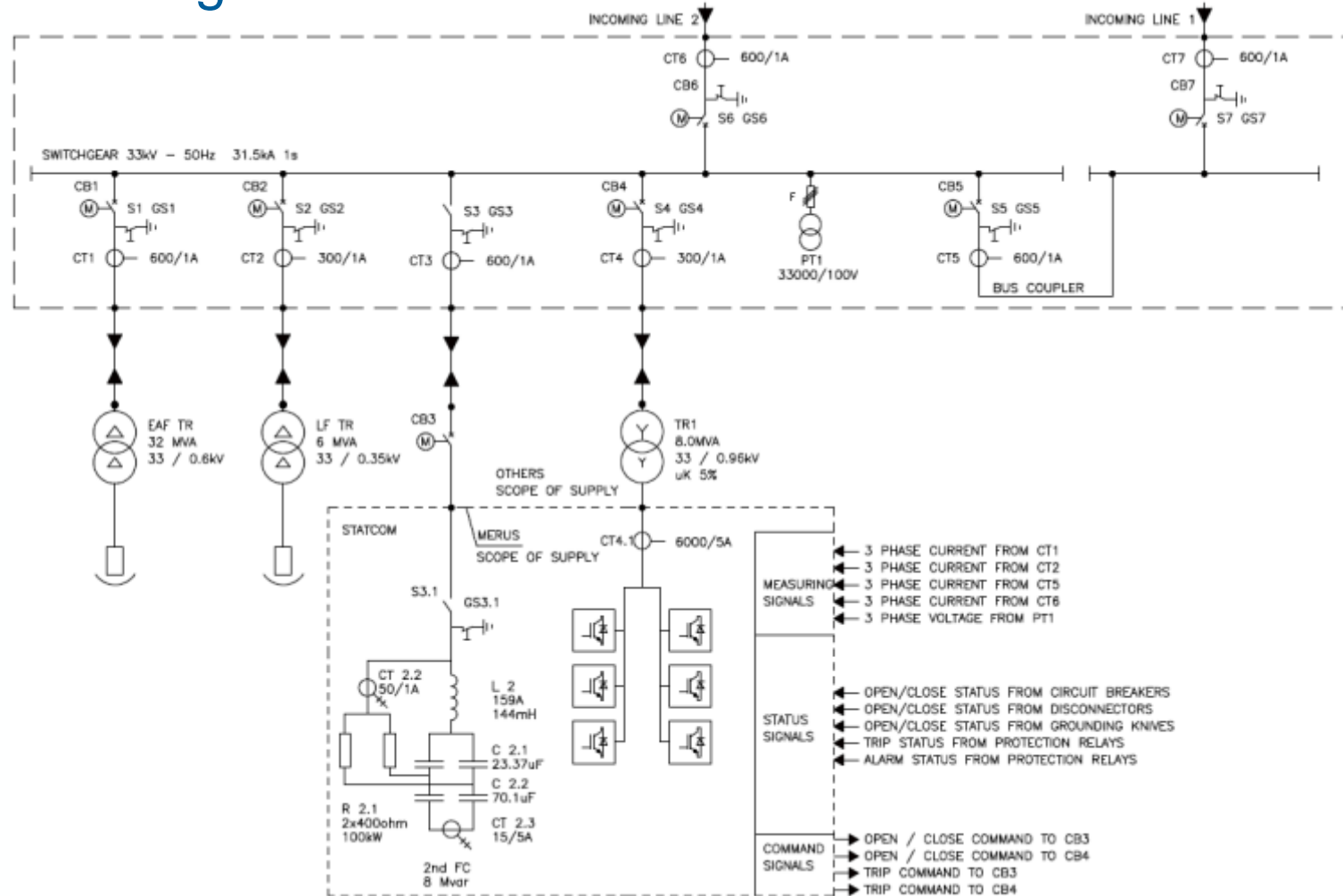
Status: Commissioned in 2016

Al Asaad billet manufacturing



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

STATCOM configuration



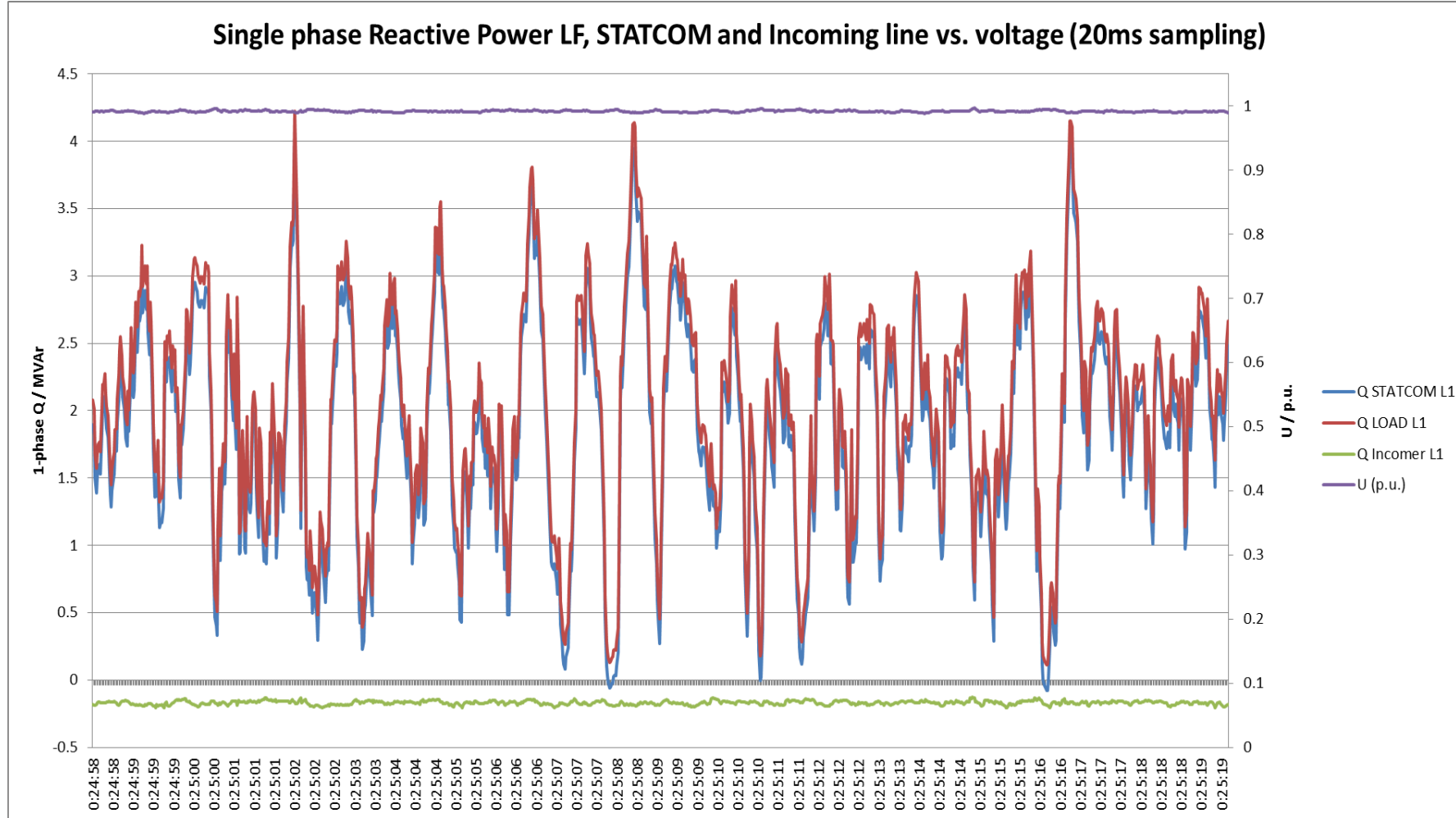
16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

STATCOM configuration



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

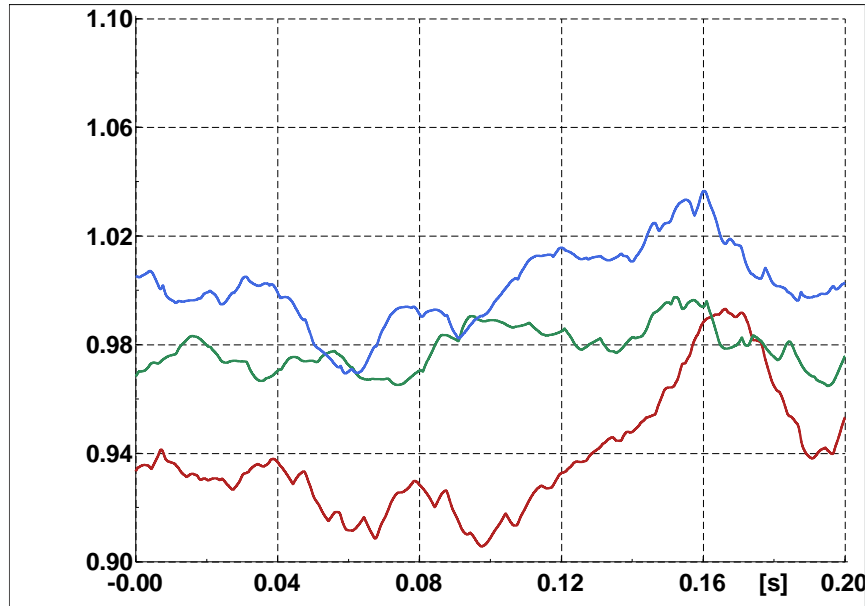
kompanzasyon performansı



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

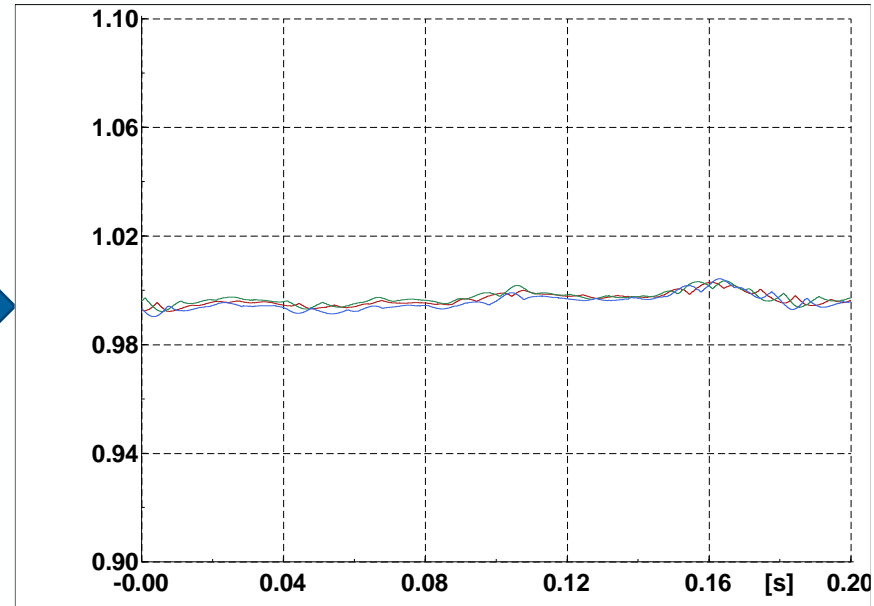
kompanzasyon performansı

Before Merus STATCOM



$$U_{ub} = 6.2\%$$
$$\Delta U = 11\%$$

With Merus STATCOM



$$U_{ub} = 0.01\%$$
$$\Delta U = 0.25\%$$

48 MVAR STATCOM için DC EAF ada modu uygulaması

Country: Nigeria

Segment: Steel

Application: Electric Arc Furnace

Requirements

Dynamic reactive power and harmonics compensation of a rapidly fluctuating DC EAF and LF

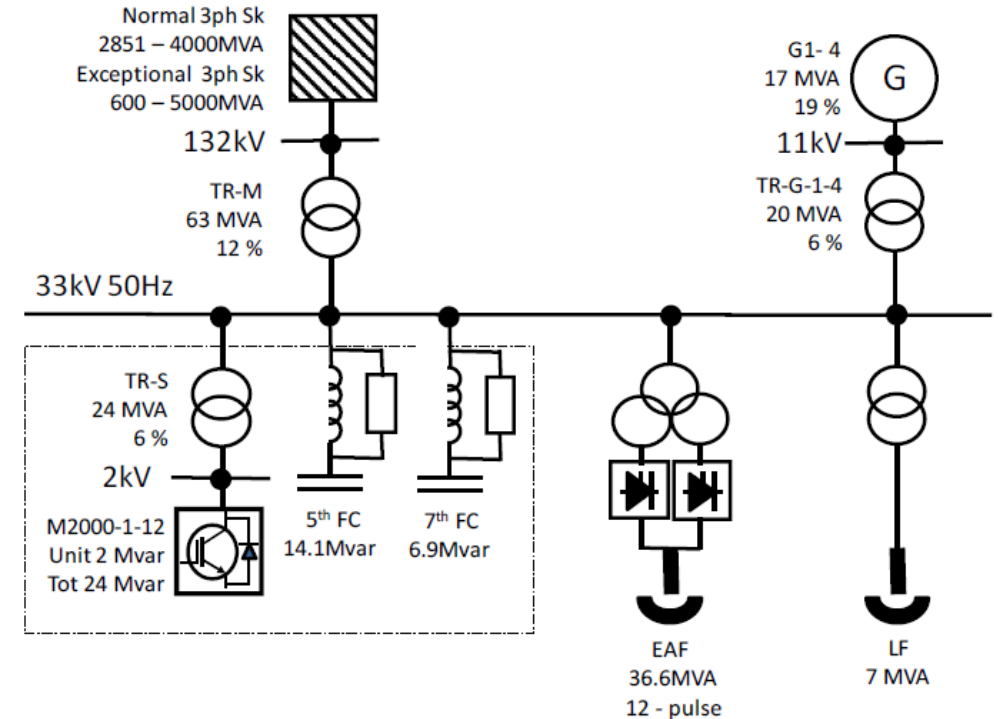
Solution

STATCOM configuration: 12 x M2000 STATCOM modules
5th and 7th harmonic filter, total of 21MVAR fixed capacitor bank
-3..45 MVAR @ 33 kV

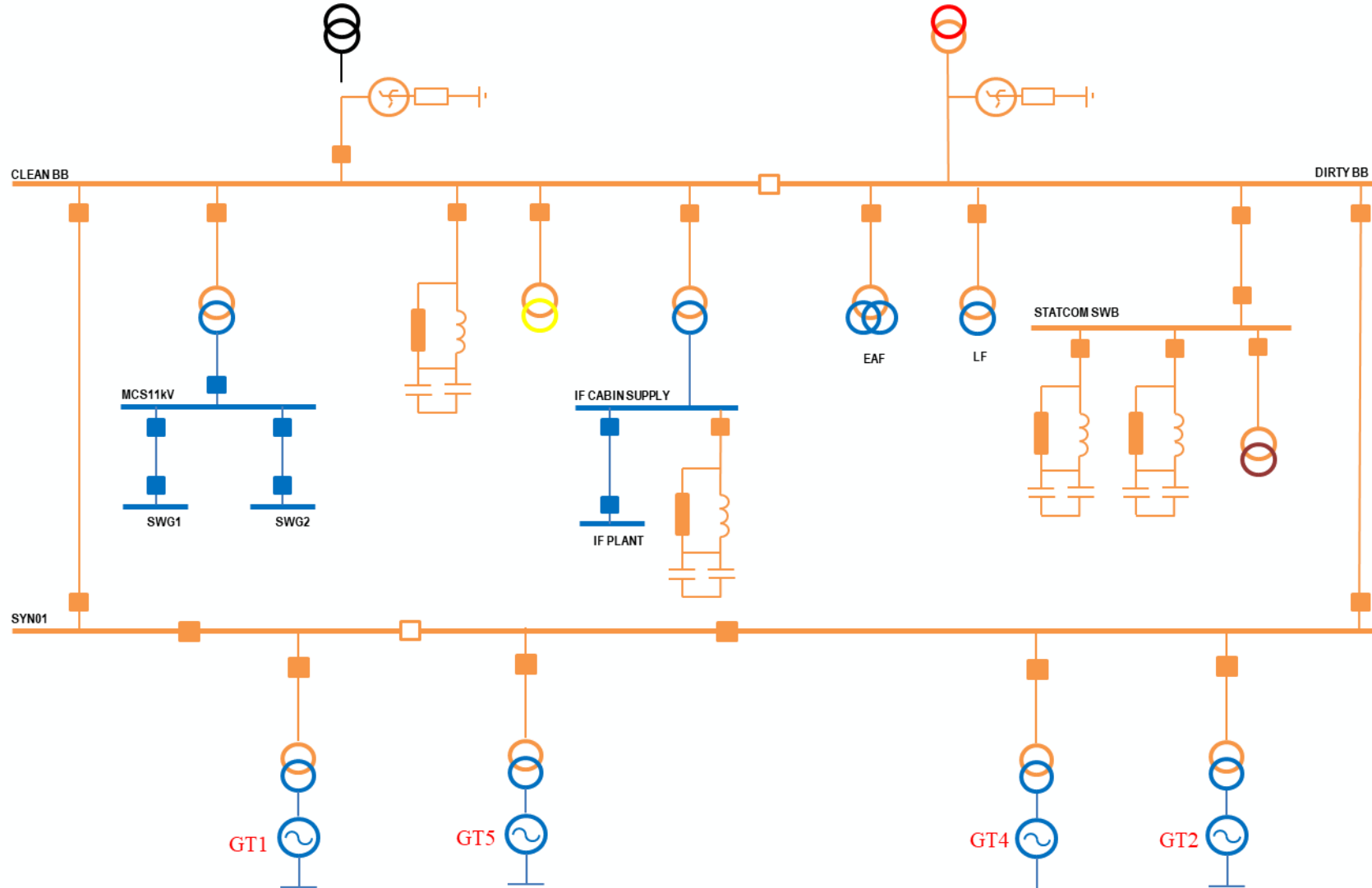
Benefits

STATCOM enables the operation of the EAF in the islanded grid
Increased melting power -> decreased tap-to-tap time
Increased lifetime for EAF electrodes because of stable arc
Power factor, harmonics and flicker improvement

Status: Commissioned in 2018



48 MVAR STATCOM for DC EAF ada modunda uygulama



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

Country: Ecuador

Segment: Steel

Application: Electric Arc Furnace and Ladle Furnace

Requirements

Dynamic reactive power compensation of a rapidly fluctuating EAF+LF load

Solution

STATCOM configuration: 6 x M1000 (± 8 MVar) + 8 MVar fixed capacitor bank (2nd), total 0..16 MVar at 23 kV

Benefits

Increased melting power -> decreased tap-to-tap time
Increased lifetime for EAF electrodes because of stable arc
Power factor, harmonics and flicker improvement

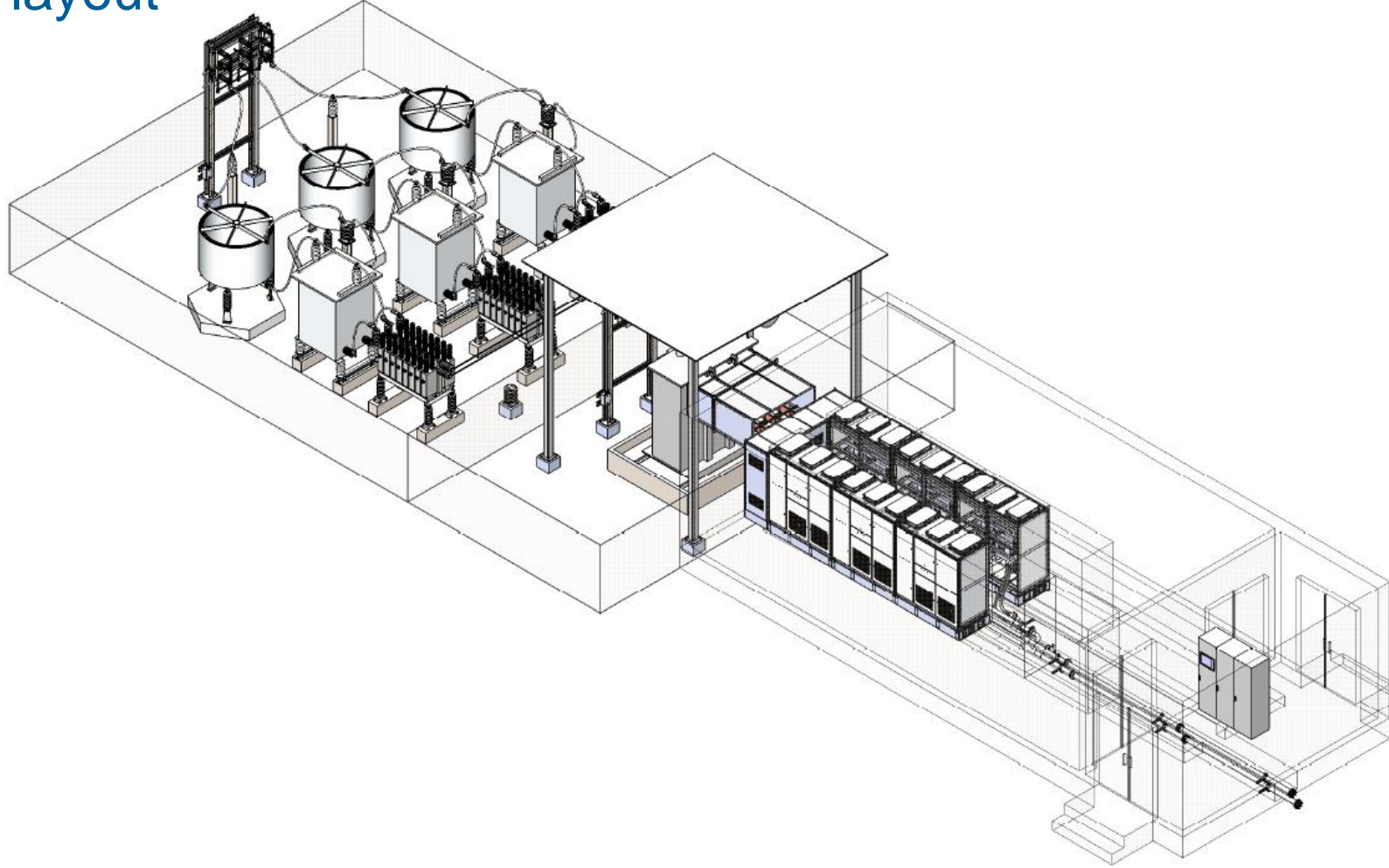
Status: Commissioned in 2018

Adelca Steel



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

Physical layout



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

Physical layout - outside



16 MVar STATCOM için AC EAF uygulaması

Physical layout – inside: M1000 modules / control system

