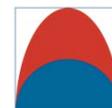




Sistema CSR & MCSR – História de Sucesso





Sistema CSR -25..+25 Mvar 35 kV para Vankorneft SS «Vankor» (Rússia)



Sistema CSR -25..+50 Mvar 110 kV para Noyabrskenergoneft SS «Sugmutskaya-2» (Rússia)



MCSR 100 Mvar 220 kV for FGC UES SS «Khabarovskaya» (Rússia)



MCSR 180 Mvar 330 kV para BELENERGO SS «Baranovichi» (Bielorrússia)



Três MCSRs monofásicos 60 Mvar 500 kV para FGC UES SS «Tavricheskaya» (Rússia)



MCSR trifásico 180 Mvar 500 kV para KEGOC SS «Agadyr» (Cazaquistão)



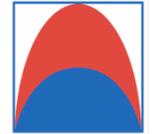
Sistema de magnetização do SCSR -25..+25 Mvar 110 kV para MRSK Holding SS «Pokrov» (Rússia)



Painel frontal do sistema de controlo automático SCSR -25..+25 Mvar 35 kV para Vankorneft SS «Vankor» (Rússia)



SCSR/MCSR é a Tecnologia Testada pelo Tempo



Ano	Cliente	Projecto	País	Tipo	Tensão	Parâmetros
Projecto em curso	MRSK	SS «Ust-Kulom»	Rússia	SCSR	110 kV	-10..+10 MVar
Projecto em curso	KEGOC	SS «Shymkent»	Cazaquistão	SCSR	220 kV	-100..+30 MVar
Projecto em curso	MINEA	SS «Kapari»	Angola	SCSR	400 kV	-100..+10 MVar
Projecto em curso	MINEA	SS «Nzeto»	Angola	2 x SCSR	400 kV	-100..+10 MVar
Projecto em curso	MINEA	SS «Soyo»	Angola	2 x SCSR	400 kV	-100..+10 MVar
Projecto em curso	Gold Mining Company Pavlik	SS «Pavlik»	Rússia	SCSR	110 kV	-25 + 50 MVar
Projecto em curso	FGC UES	SS «Kyzylskaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25 + 52 MVar
Projecto em curso	ENE	SS «Uige»	Angola	SCSR	220 kV	-60..+6 MVar
Projecto em curso	ENE	SS «Viana»	Angola	SCSR	400 kV	-100..+10 MVar
Projecto em curso	ENE	SS «Capanda»	Angola	SCSR	400 kV	-100..+10 MVar
2012	FGC UES	SS «Dem'yanskaya»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2012	FGC UES	SS «Taximo»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2012	FGC UES	SS «Ozernaya»	Rússia	MCSR	500 kV	180 MVar
2012	MRSK	SS «Gorodskaya»	Rússia	2 x MCSR	220 kV	2 x 63 MVar
2012	FGC UES	SS «Peledui»	Rússia	2 x MCSR	220 kV	2 x 63 MVar
2012	Salym Petroleum	SS «Zapadno-Salymskaya»	Rússia	2 x SCSR	35 kV	-25 + 25 MVar
2011	MRSK	SS «Pokrov»	Rússia	SCSR	110 kV	25 MVar
2011	Vankorneft	SS «Vankor»	Rússia	2 x SCSR	35 kV	-25..+25 MVar



SCSR/MCSR é a Tecnologia Provada pelo Tempo



Ano	Cliente	Projecto	País	Tipo	Tensão	Parâmetros
2011	FGC UES	SS «Udmurdskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	180 MVar
2011	FGC UES	SS «Lugovaya»	Rússia	MCSR	500 kV	180 MVar
2011	FGC UES	SS «Amurskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	180 MVar
2010	EEK	Aksu TPP	Cazaquistão	MCSR	500 kV	180 MVar
2010	FGC UES	SS «Kamala»	Rússia	MCSR	500 kV	180 MVar
2010	FGC UES	SS «Tomskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	3 x 60 MVar
2010	FGC UES	SS «Angara»	Rússia	MCSR	500 kV	4 x 60 MVar
2010	FGC UES	SS «Lozovaya»	Rússia	MCSR	500 kV	4 x 60 MVar
2010	Naryanmarneftegaz	SS «Varandey»	Rússia	2 x SCSR	35 kV	-50..+50 MVar
2010	Tumenenergo	SS «Bakhilovskaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+50 MVar
2010	Yakutskenergo	SS «Olekminsk»	Rússia	2 x MCSR	35 kV	35 MVar
2010	FGC UES	SS «Priangarskaya»	Rússia	2 x MCSR	110 kV	25 MVar
2010	FGC UES	SS «Razdolinskaya»	Rússia	2 x MCSR	110 kV	25 MVar
2010	KREK	SS «Ergaki»	Rússia	MCSR	220 kV	25 MVar
2009	Naryanmarneftegaz	SS «Yuzhnoe Hylchuyu»	Rússia	3 x MCSR	35 kV	25 MVar
2009	FGC UES	SS «Tynda»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2009	FGC UES	SS «Tomskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	4 x 60 MVar
2009	KEGOC	YKGRES	Cazaquistão	3 x MCSR	500 kV	180 MVar
2009	FGC UES	SS «Urengoi»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2009	FGC UES	SS «Vladivostok»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2009	FGC UES	SS «Nadym»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2009	KEGOC	SS «Agadyr»	Cazaquistão	MCSR	500 kV	180 MVar



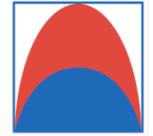
SCSR/MCSR é a Tecnologia Testada pelo Tempo



Ano	Cliente	Projecto	País	Tipo	Tensão	Parâmetros
2009	KEGOC	YKGRES	Cazaquistão	MCSR	500 kV	180 MVar
2009	FGC UES	SS «Irtysk»	Rússia	MCSR	500 kV	3 x 60 MVar
2009	KEGOC	SS «Aksu»	Cazaquistão	MCSR	500 kV	3 x 60 MVar
2009	Kubanenergo	SS «Sochi»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
2008	Leituvos Energo	Ignalina NPP	Lithuania	MCSR	330 kV	180 MVar
2008	KEGOC	SS «Aktogai»	Cazaquistão	2 x SCSR	110 kV	-25..+25 MVar
2008	Yakutskenergo	SS «Eldikan»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
2007	FGC UES	SS «Urgal»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
2007	Tumenenergo	SS «Tavricheskaya»	Rússia	MCSR	110 kV	50 MVar
2007	Tumenenergo	SS «Vandmtor»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+50 MVar
2007	Tumenenergo	SS «Novogodnyaya»	Rússia	MCSR	110 kV	-25..+50 MVar
2007	Slavneft	SS «Lysenkovskaya»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
2007	Yakutskenergo	SS «Churapcha»	Rússia	2 x MCSR	110 kV	25 MVar
2007	FGC UES	SS «Hehcir»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2007	Noyabrskenergoneft	SS «Sugmutskaya-2»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+50 MVar
2007	FGC UES	SS «Barabinskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	3 x 60 MVar
2006	KEGOC	SS «Agadyr»	Cazaquistão	MCSR	500 kV	180 MVar
2006	Tumenenergo	SP «Vostochny»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
2006	Belenergo	SS «Miradino»	Belarus	MCSR	330 kV	180 MVar
2006	Gazprom neft	SS «Fominskaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+25 MVar
2005	FGC UES	SS «Sovetsk»	Rússia	MCSR	110 kV	63 MVar
2005	FGC UES	SS «Khabarovskaya»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
2005	FGC UES	SS «Tavricheskaya»	Rússia	MCSR	500 kV	3 x 60 MVar



SCSR/MCSR é a Tecnologia Testada pelo Tempo



Ano	Cliente	Projecto	País	Tipo	Tensão	Parâmetros
2004	YUKOS-EP	SS «Dvurechenskaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+23 MVar
2004	YUKOS-EP	SS «Katylginskaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+23 MVar
2004	YUKOS-EP	SS «Igol'skaya»	Rússia	SCSR	110 kV	-25..+23 MVar
2003	Belenergo	SS «Baranovichi»	Belarus	MCSR	330 kV	180 MVar
2002	FGC UES	SS «Chita»	Rússia	MCSR	220 kV	100 MVar
1998	FGC UES	SS «Kudymkar»	Rússia	MCSR	110 kV	25 MVar
1989	Ministério de Energia	SS «Belyi Rast»	Rússia	MCSR (prototipo monofásico)	500 kV	60 MVar

Nota:

MCSR - Reactor Chaveado controlado a magnetização

O Sistema do Reactor Chaveado Controlado

SS - subestação

Projectos implementados por vários empreiteiros

Exemplo 1.

SS 110kV Tavrisheskaya (Tyumenenergo, Rússia)

Sistema CSR -25..+50 Mvar 110 kV

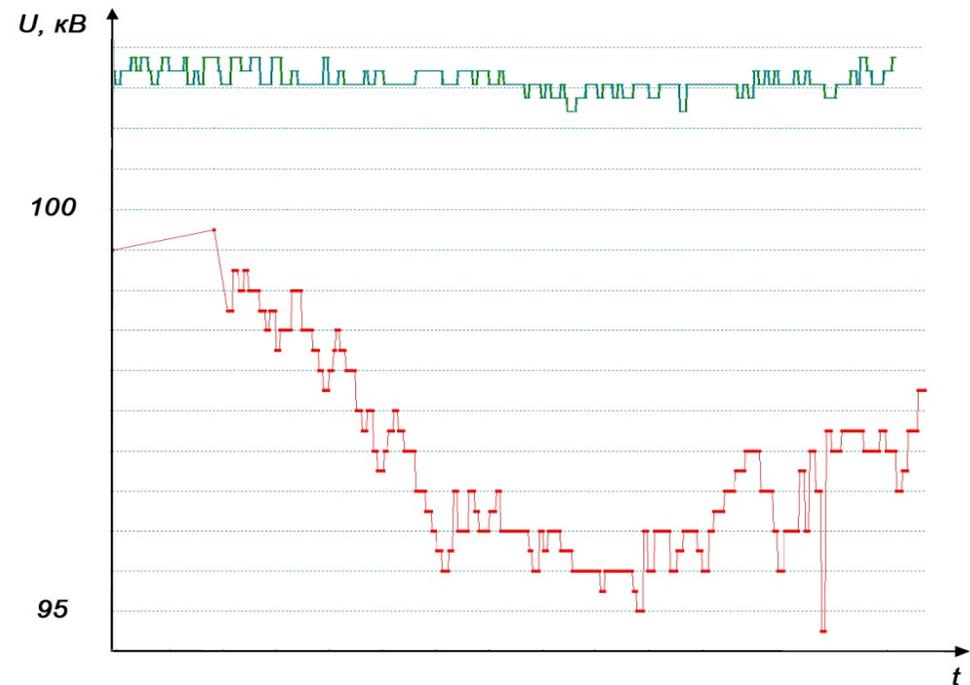
Problema:

Tensão instável na rede de alta tensão, excesso de potência reativa corre através das linhas de transmissão de energia e transformadores de potência.

Solução:

A instalação de SCSR garante:

- Estabilização de tensão
- Exclusão de OLTC do processo de regulação de tensão
- Eliminação do fluxo excessivo da potência reactiva entre as redes das diferentes classes de tensão



Tensão nos barramentos de 110 kV:

— - antes da instalação do SCSR

— - com SCSR

Alterações nos parâmetros operacionais após instalação do SCSR -25..+50 Mvar 110 kV na Tavrisheskaya subestação

Aumento de tensão no barramento **de 4,5%**

Redução de flutuações de tensão **8,7 vezes**

Redução e carga de transformadores de potência:

Kirillovskaya SS	corrente aparente	3,2%
	potência reactiva	9,2%
Progress SS	corrente total	2,2%
	potência reactiva	20%

Redução de carga de linhas de transmissão:

Kirillovskaya – Aika	corrente aparente	12%
	potência reactiva	37%
Inga – Tavrisheskaya	corrente aparente	7%
	potência reactiva	33%
Progress – Tavrisheskaya	corrente aparente	6,5%
	potência reactiva	35%
Progress – Foton	corrente aparente	6,6%
	potência reactiva	42%



Exemplo 2.

Tomskneft

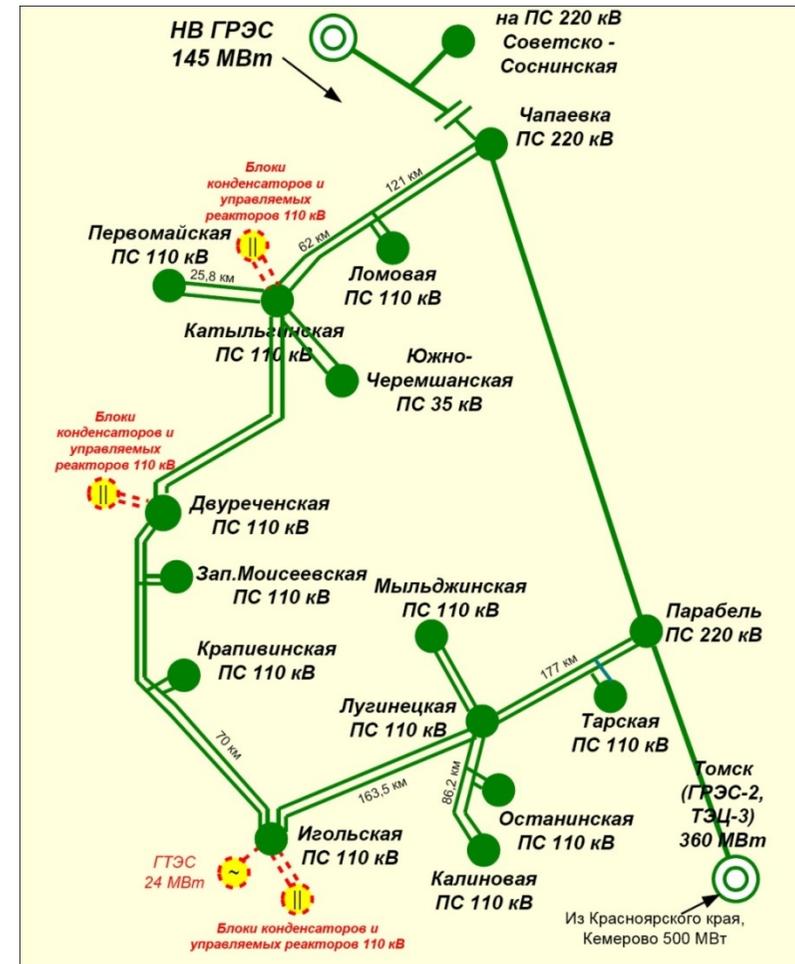
(Empresa petrolífera, Rússia)

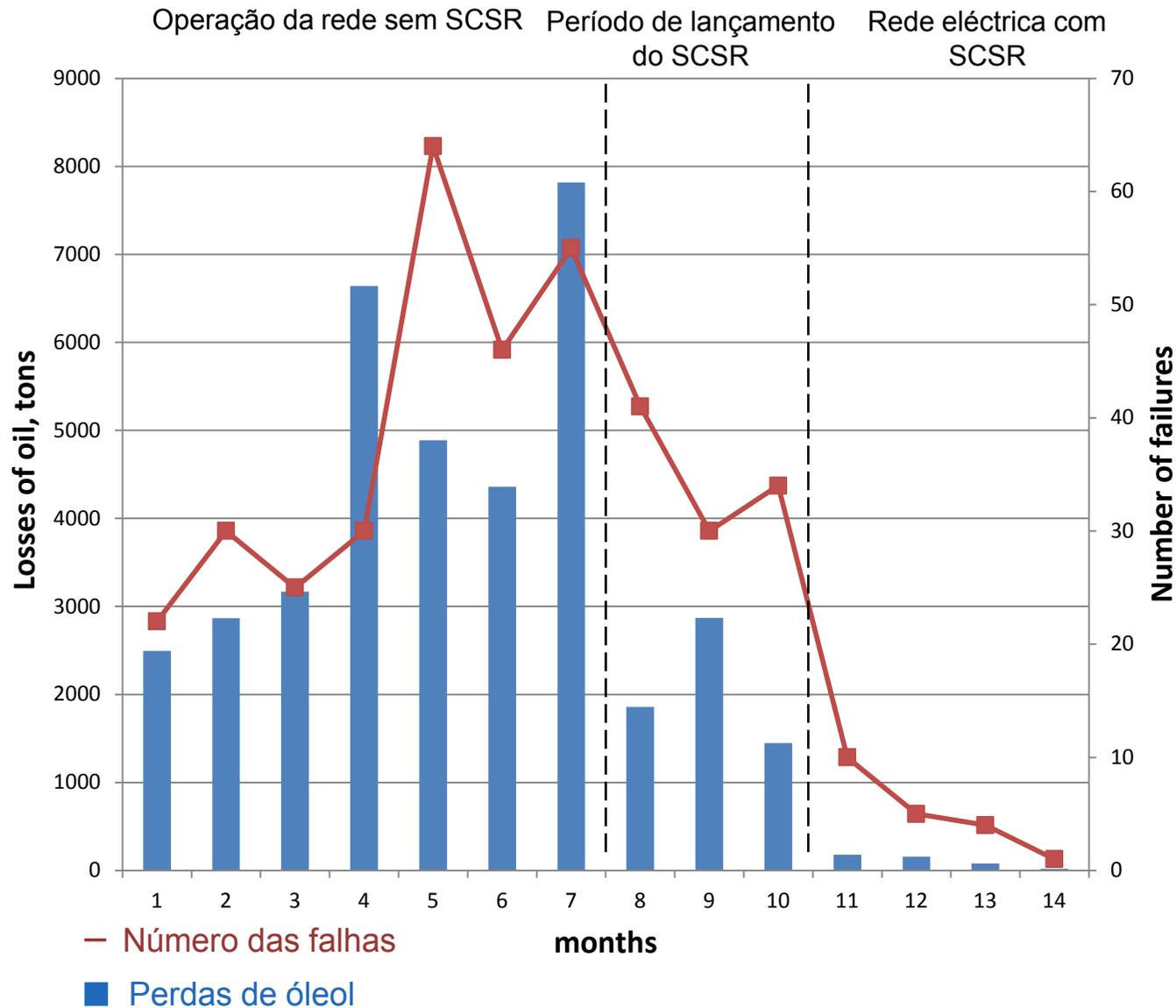
Sistema CSR -25..+50 kV 110 kV

A crise começou nos campos petrolíferos de Sul de Vasyugan (prospectado pelo Tomskneft) em 2003. Foram afetadas as capacidades de transferência da linha de transmissão de 110 kV "Parabel - Luginetskaya - Igolskaya - Krapivinskoye" e a SS 110 kV Krapivinskoye **os níveis de tensão não excediam os 85% da nominal.**

A instalação do SCSR -25..+25/110 nas subestações Igolskaya, Dvurechenskaya e Katylginskaya permitiu :

- Garantir a otimização do fluxo de potência reativa, permitindo aumentar a potência transmitida até o máximo permitido pela secção de fio. A necessidade de alteração da classe da rede para a tensão mais elevada (220 kV) foi adiada.
- Diminuir as perdas de potência ativa na rede de 110 kV. As perdas baixadas até 7.5 MW de 11.9 MW (com carga activa de 72 MW), enquanto na rede de OOO " EnergoneftTomsk " as perdas foram reduzidas até 1.8 MW fde 2.9 MW.
- Garantir a estabilização flexível automática dos níveis de tensão indicados nos regimes estáveis e reduzir a quantidade de ligações dos bancos de condensadores e OLTC em dúzias de vezes.





Falhas na rede eléctrica diminuíram em mais de 5 vezes.

Perdas de óleo diminuíram em 20 vezes.

Este efeito positivo foi conseguido não apenas graças à redução do número de falhas, mas ainda por causa do efeito de localização de falhas, que foi atingido graças à instalação do SCSR.

Exemplo 3.

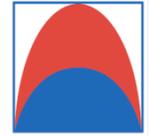
Rede de Naryanmarneftegaz

220 – 35 – 10 – 6 kV

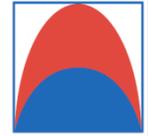
(Lukoil, Rússia)

Sistema CSR -25..+50 Mvar 110 kV,

MCSR 25 Mvar 35 kV



- A linha de 220 kV de 150 km foi introduzida na operação na rede elétrica local de 220/35/10/6 kV da Naryanmarneftegaz em 2009.
- O problema com a energização da linha apareceu de imediato: as duas turbinas de gás que operavam na altura não conseguiam assegurar a energização da nova linha.
- Várias soluções "tradicionais" foram propostas para resolução deste problema. Um instituto de projecto recomendou o uso de três turbinas de gás para compensar a potência reativa, mas até após lançamento de cinco turbinas de gás o problema não foi resolvido.
- Até as pequenas alterações na carga da rede elétrica (2 - 4 MW) muitas vezes levaram aos apagões totais.



Foi realizado um estudo elétrico.

Foram instalados 2 x SCSR -25..+25 Mvar 35 kV, 1 x MCSR 25 Mvar 35 kV e um reator de 10 kV nos pontos apropriados da rede.

Resultados do projecto:

- operação estável da rede eléctrica para qualquer alteração de carga;
- operação dos geradores a turbina degas em regime de sob-excitação é excluído;
- a tensão em todos os pontos da rede é estabilizada ao nível pretendido;
- a capacidade da rede é aumentada.

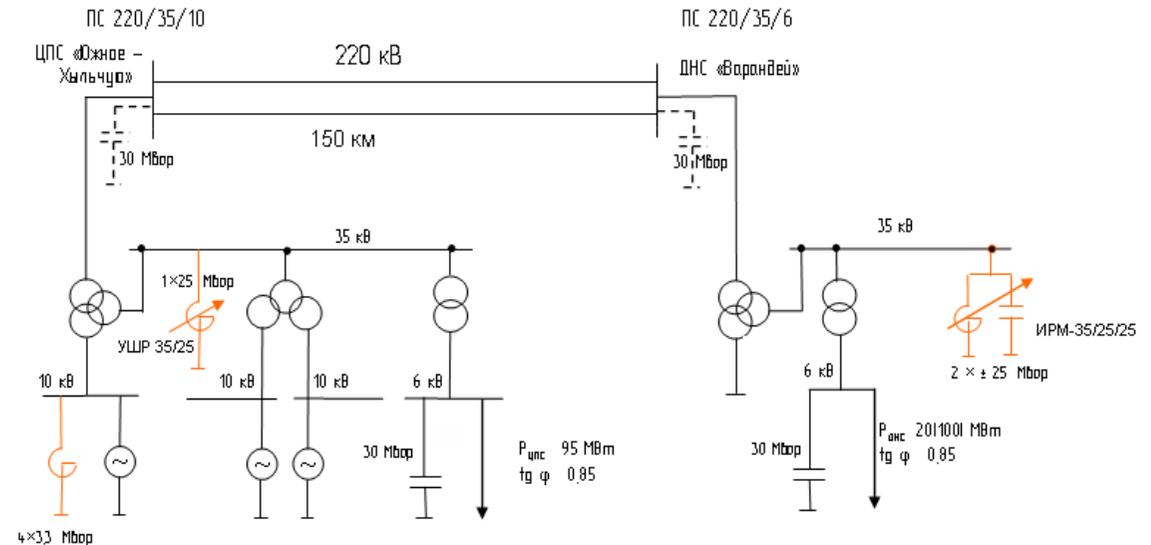


Diagrama de ligação da compensação de potência reativa em rede de 220/35/10/6 kV da Naryanmarneftegaz

Exemplo 4.

Stabilization in Sistema Norte de Angola

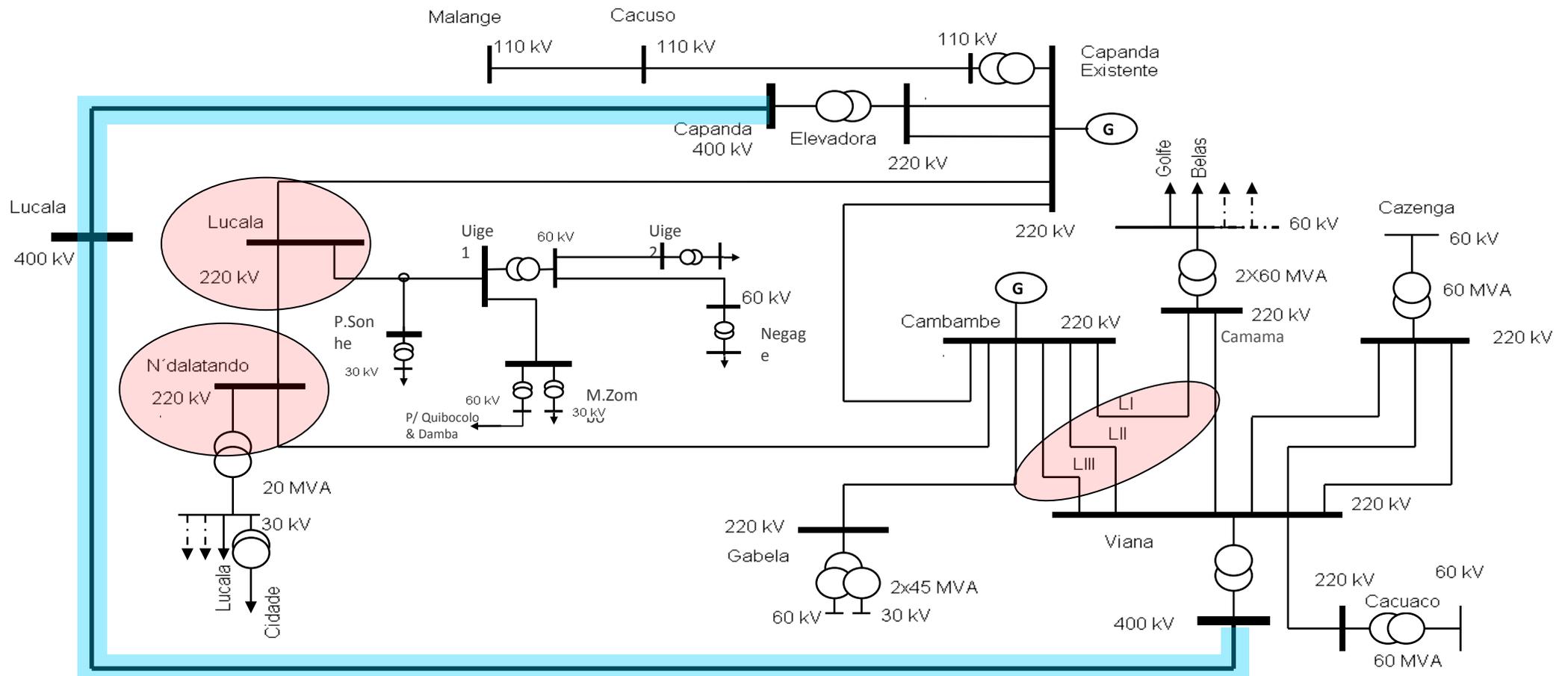
400 – 220 kV

(ENE, Angola)

2 x Sistema CSR -100..+10 Mvar 400 kV,

Sistema CSR -60..+6 Mvar 220 kV

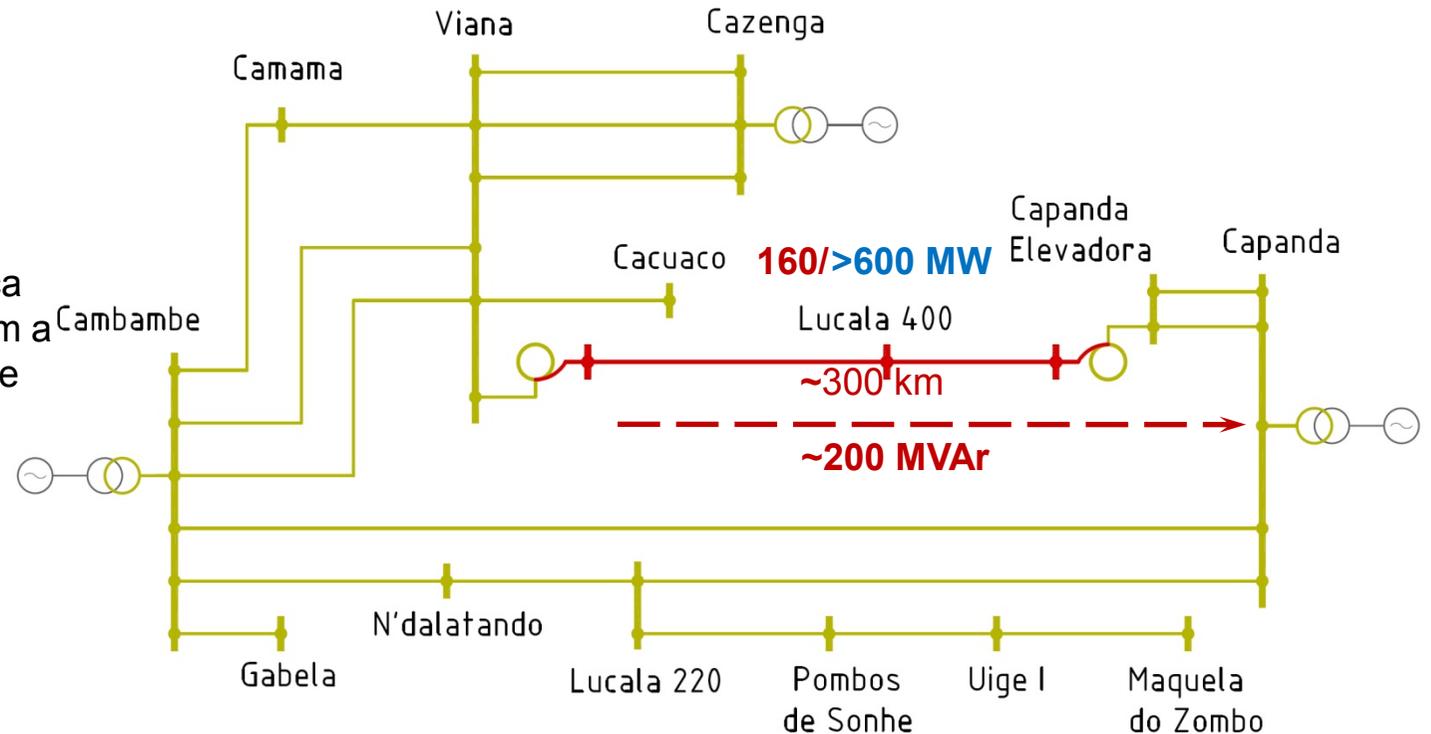
- Principais Obras já implantadas pela ENE:
 - ✓ Três circuitos entre Cambambe e Viana;
 - ✓ Seccionamento da LT 220 kV Capanda Cambambe em N'Dalatano e Lucala;
 - ✓ Implantação do sistema de 400 kV;
 - ✓ CSRT's de Viana e Camama



- O crescente consumo de energia e o desenvolvimento da rede levou à necessidade de construção de novas linhas de transmissão
- Foi construída a linha de transmissão de 400 kV de cerca de 300 km de comprimento com a potência natural de mais do que 600 MW
- No momento a linha é sobrecarregada (a carga da linha é de 160 MW) – a linha gera uma excessiva potência reactiva

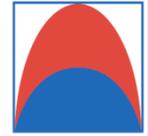
A potência reativa não compensada (até 200 MVar) passa para os geradores da UHE Capanda.

A potência reativa não compensada produz aumento nas tensões terminais



Esquema da rede de alta tensão de Angola

- Linhas 220 kV
- Linhas 400 kV



- 1) A operação frequente dos geradores em regimes desfavoráveis
- 2) Ausência dos dados precisos sobre as características dos geradores (determinadas pela rede)
- 3) Entrada da potência reactiva até 200 MVAR para os geradores da UHE Capanda (dependendo do regime da rede)
- 4) Parte dos geradores periodicamente não é usada (devido as obras e manutenção) – cresce a carga das outras máquinas

Resposta da proteção dos geradores e desconexão da Central

é a causa do surgimentos de avarias mais graves de sistema

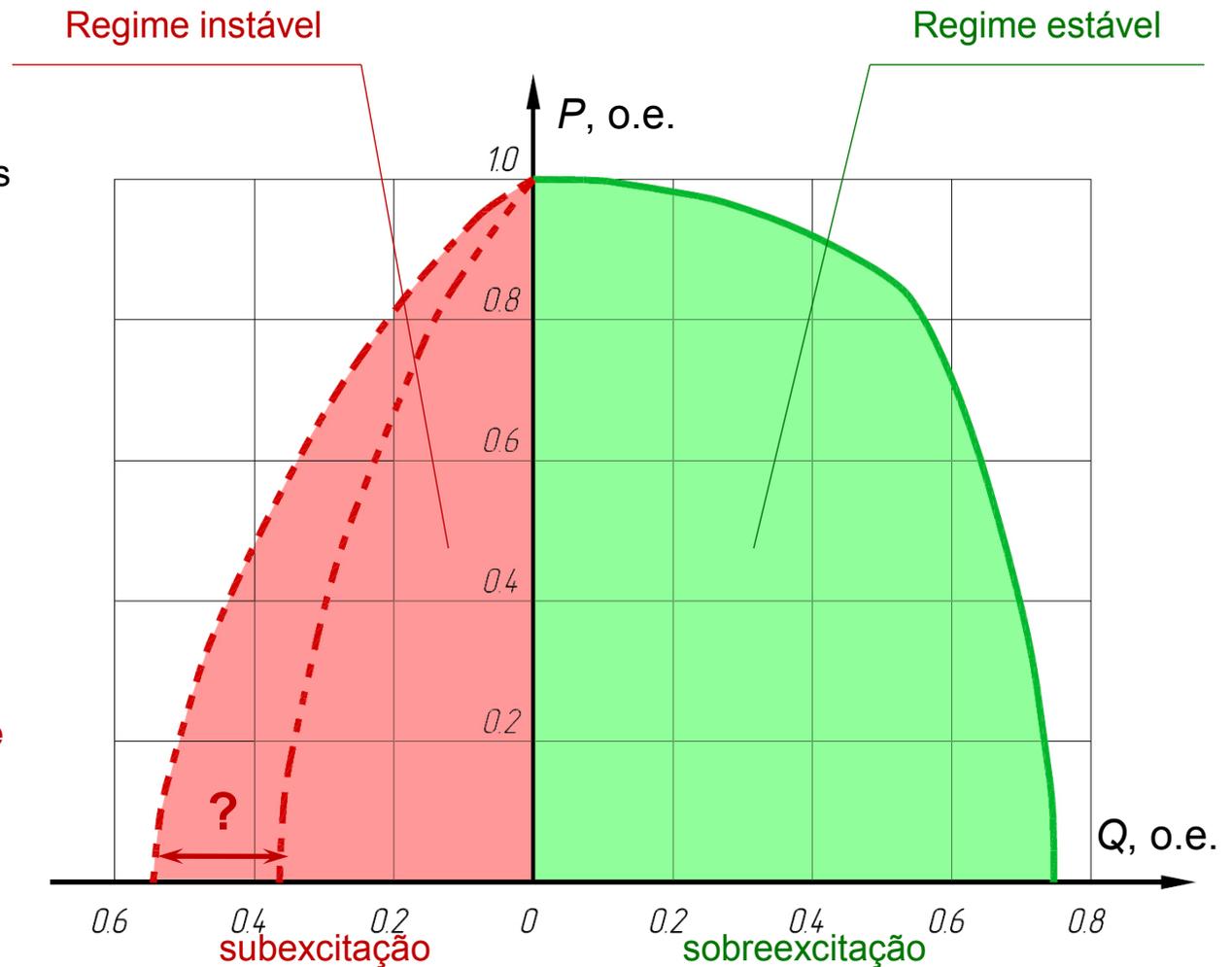


Diagrama P-Q do hidrogerador

Diagrama de carga de uma das subestações no sistema de energia eléctrica de Angola: o pico de consumo é quase 3 vezes maior que o mínimo

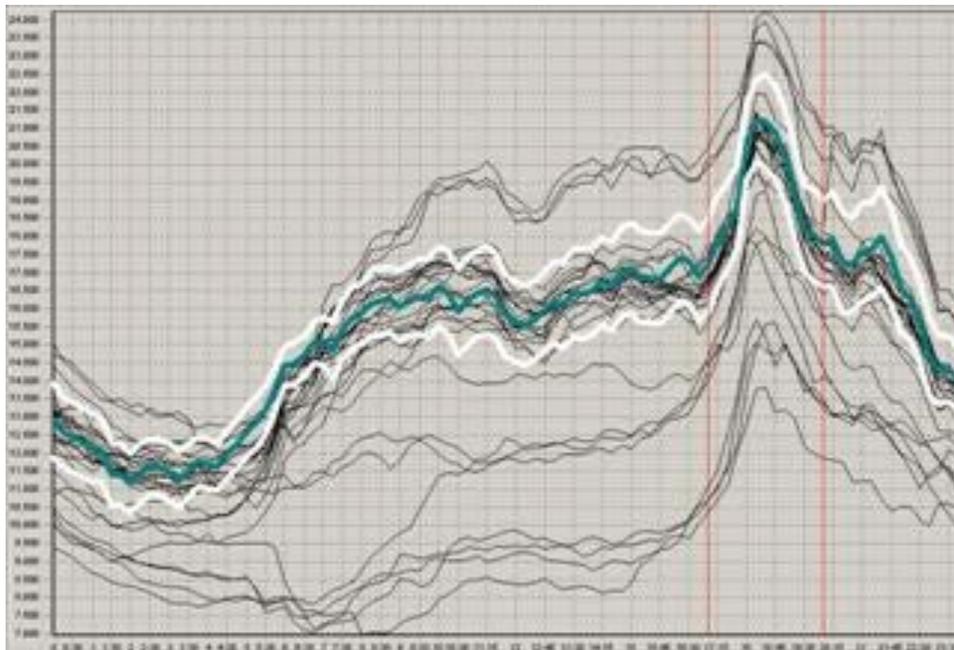
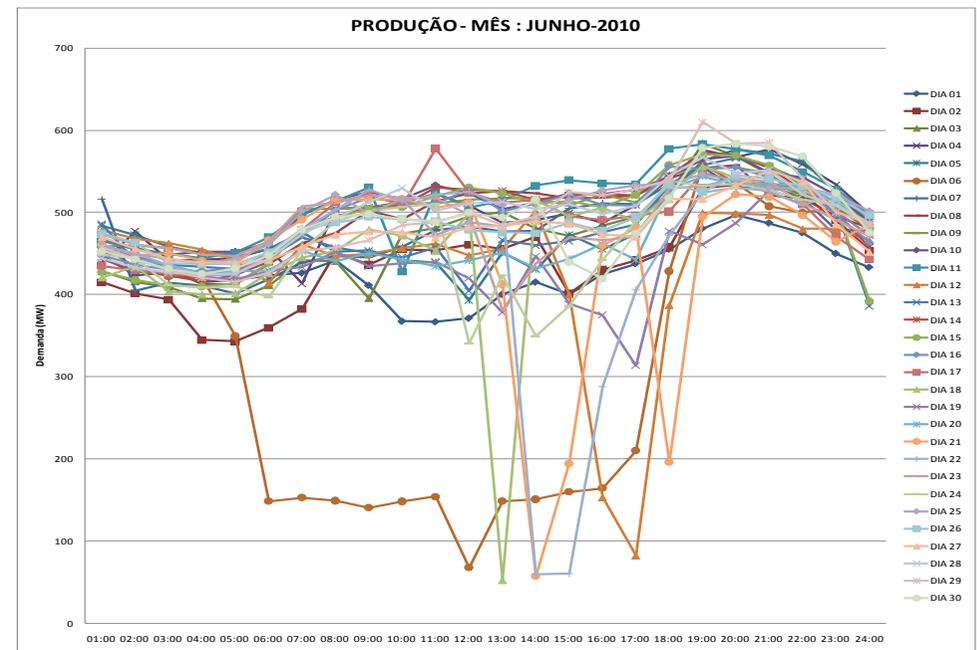


Diagrama de distribuição da potência activa entre as centrais eléctricas: oscilações consideráveis de passagens de potência pela rede



A solução deve prever o ajustamento flexível para o regime da rede eléctrica – tecnologia FACTS

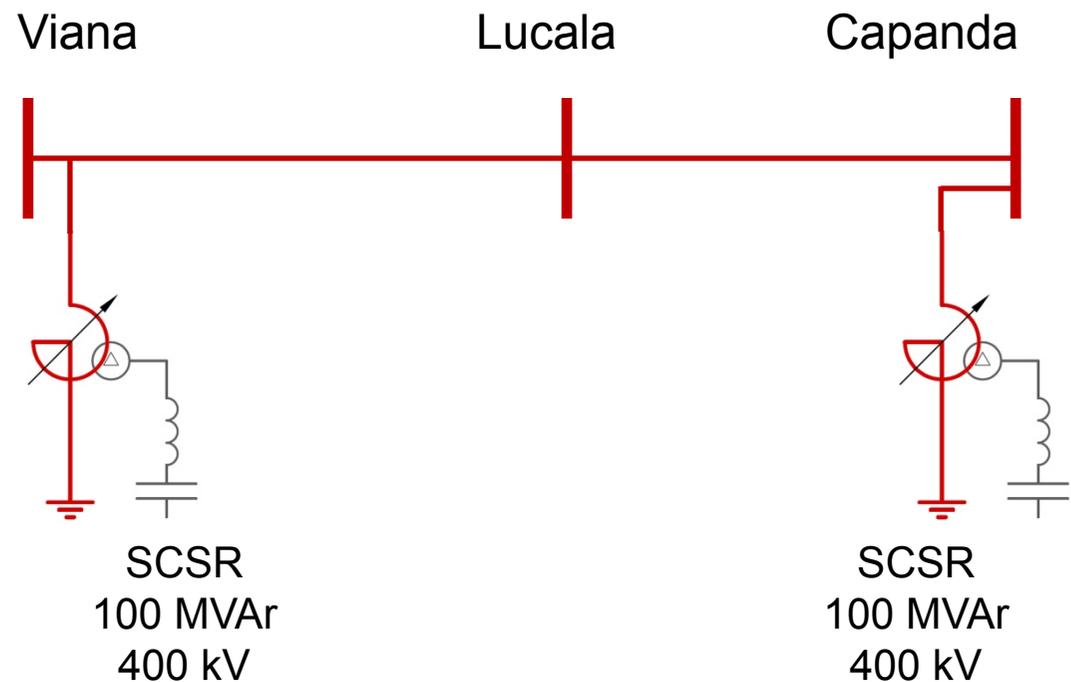
Transmissão de 400 kV «Viana – Lucala – Capanda»

Instalação do SCSR linear de 100 MVAR 400 kV do lado de SE Viana;

Instalação do SCSR de barra de 100 MVAR 400 kV do lado da SE Capanda

A presente solução garante:

- O perfil direto da tensão ao longo da linha
- No caso de rejeição de carga total tanto LT400 kV quanto sistema de 200 kV vão permanecer ligados
- A possibilidade de ligar a linha toda de uma vez
- Possibilidade de utilizar o religamento automático das linhas

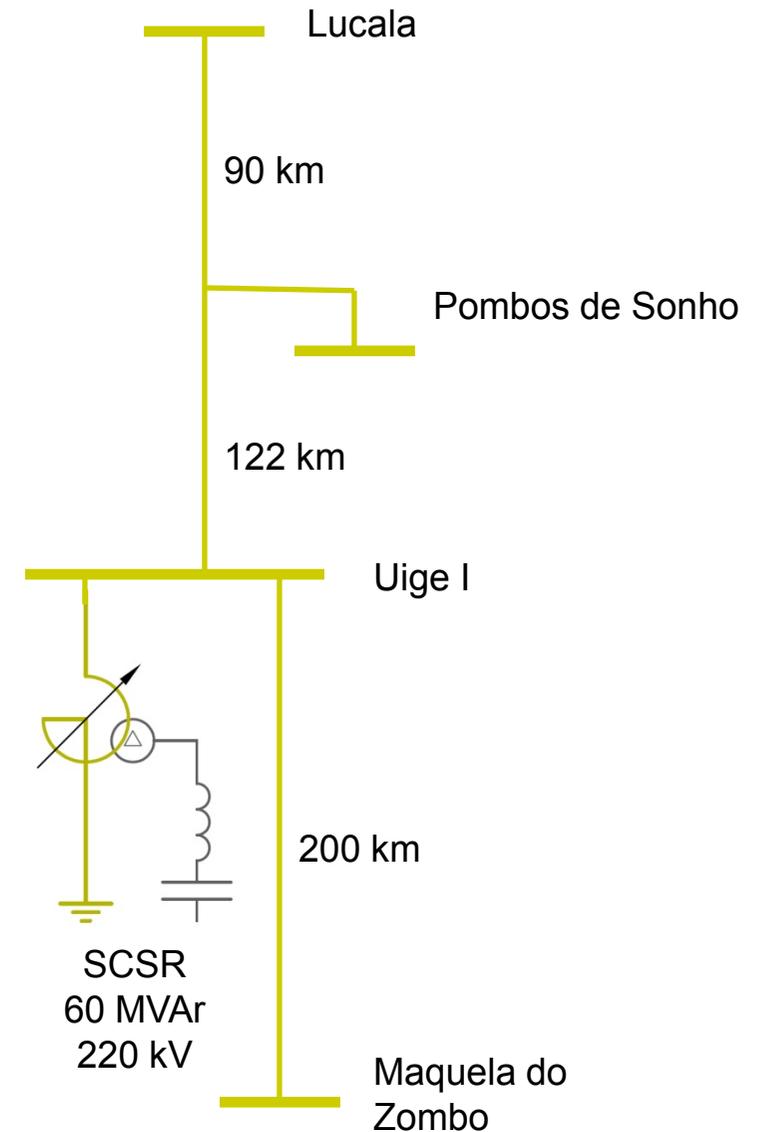


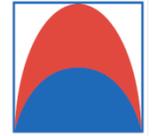
Parte 220 kV Lucala – Maquela do Zombo

Instalação do SCSR de 60 MVar de 220 kV na linha em SE «Uige I»

Instalação do CSR na subestação Uige I (aproximadamente no meio do trecho) dá os seguintes efeitos técnicos:

- O perfil directo da tensão ao longo do trecho
- Ausência de sobretensões em todos os regimes de funcionamento da rede
- A possibilidade de realizar a religação automática da linha (também sem sobretensões)





A solução apresentada elimina a maioria dos problemas no Sistema de Transmissão de Norte de Angola que levam a grandes black-outs no sistema.