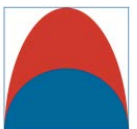


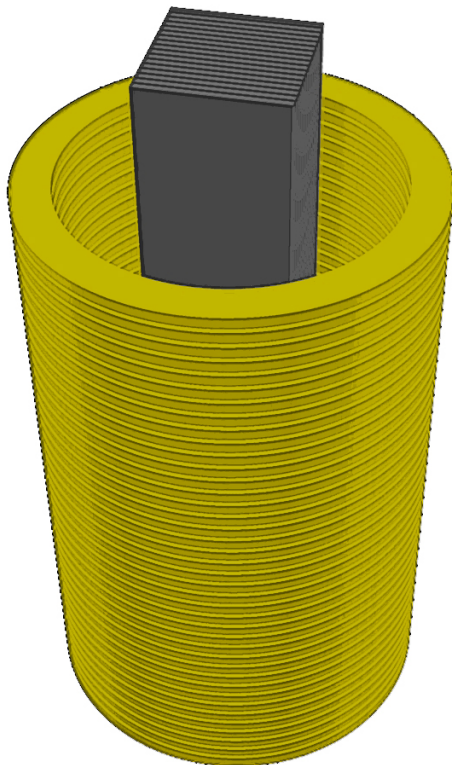


Reatores Chaveados Controlados a Magnetização



Há cerca 30 anos com aceleração do desenvolvimento de semicondutores em equipamentos de potência, os profissionais na área energética concentraram os seus esforços na aplicação desta tecnologia, abandonando a busca pela solução de controle flexível dos dispositivos ferromagnéticos.

Porém, A.M.Bryántsev encontrou uma solução inovadora, elaborando a tecnologia e organizando a produção industrial de reatores por magnetização.



$$Q = \frac{U^2}{\omega L}$$

$$L = \mu\mu_0 \frac{w^2 S}{h}$$

$$w, S, h - const$$

Ao invés de utilizar chaves de tiristores em série com o reator não controlado, no MCSR é a indutância do próprio reator que é controlada de forma flexível.

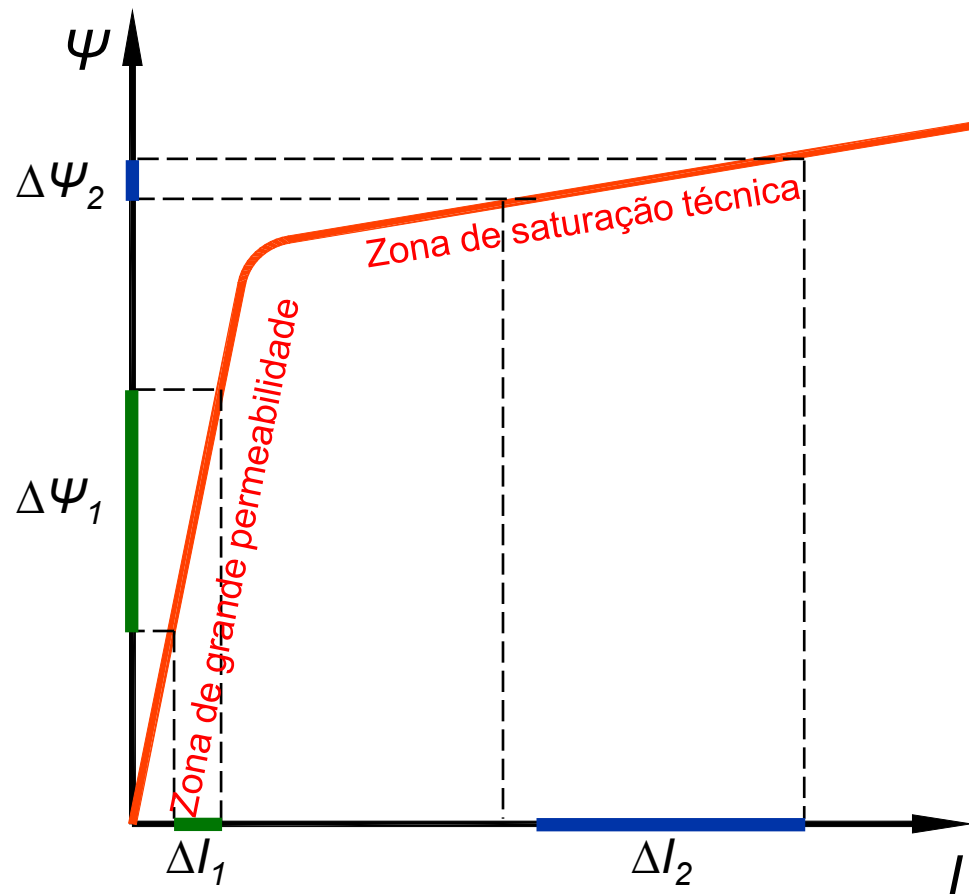
Para isso insere-se um núcleo magnético no enrolamento, como no caso de transformador.

O controle da indutância é realizado através de mudança da permeabilidade magnética, μ .

Isso acontece em regime da saturação máxima do núcleo magnético do reator.



O núcleo do MCSR é fabricado de aço tradicional de transformador que possui características positivas de amplificação magnética.

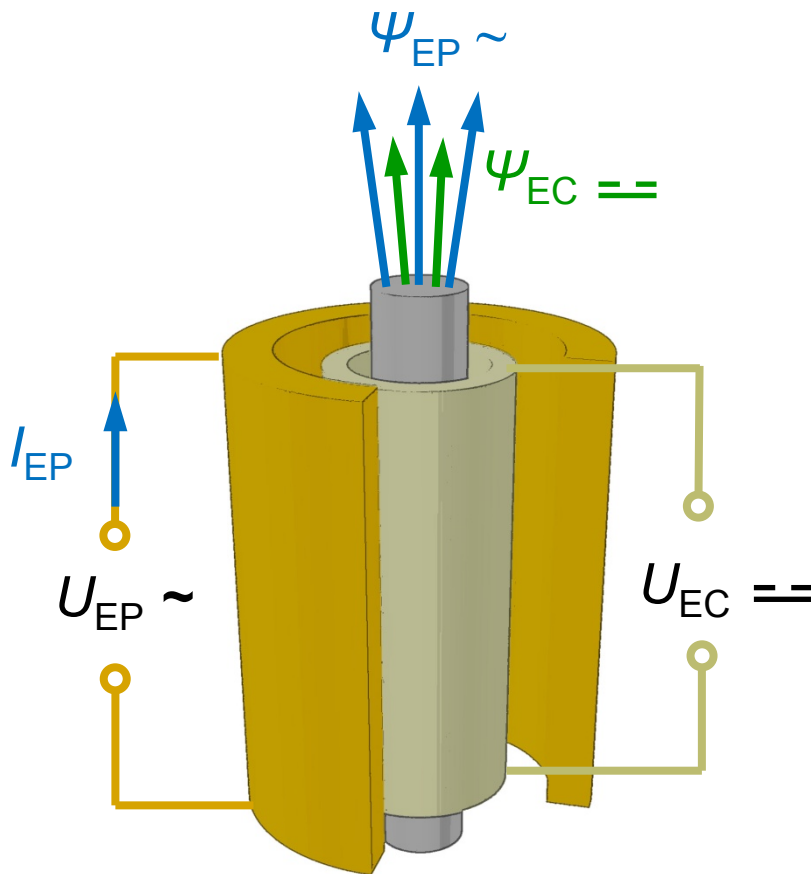


Na **zona de alta permeabilidade** do aço uma pequena mudança da corrente ΔI_1 corresponde a uma grande mudança do fluxo magnético $\Delta \psi_1$ no núcleo magnético.

Na **zona de saturação técnica** uma pequena mudança do fluxo $\Delta \psi_2$ corresponde a uma grande mudança da corrente ΔI_2 no enrolamento.

Nisso se baseia o *efeito da amplificação magnética*, que permite dispositivo com uma pequena potencia mudar consideravelmente a corrente do reator.

Além do condutor magnético, dentro do enrolamento de potencia (EP) no MCSR encontra-se o enrolamento de controle (EC).

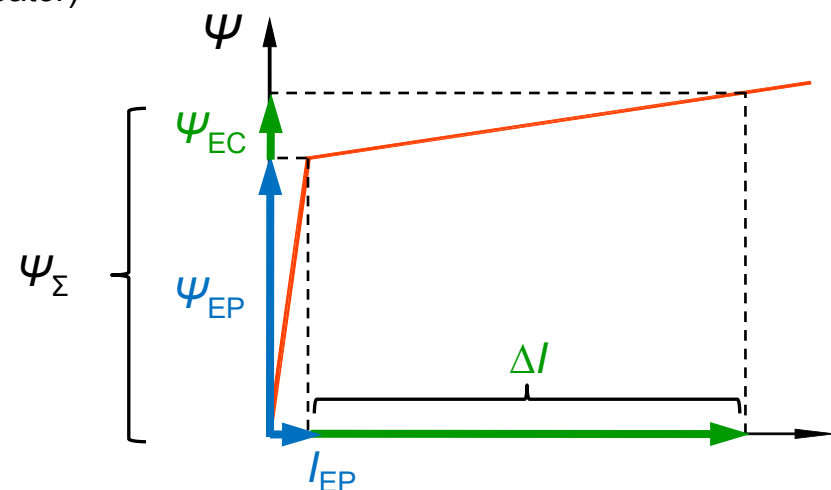


1) Quando o enrolamento de potência é ligado à rede, no núcleo magnético surge o fluxo magnético alternado ψ_{EP} , induzido pela corrente nominal I_{EP} do enrolamento de potência.

2) Com a aplicação de corrente contínua no enrolamento de controle surge um fluxo magnético adicional ψ_{EC} no núcleo.

3) O fluxo total é aumentado para: $\psi_{\Sigma} = \psi_{EP} + \psi_{EC}$

4) O fluxo magnético adicional induzido no enrolamento de controle leva o fluxo magnético para a zona de saturação técnica do núcleo, resultando em um aumento considerável da corrente do enrolamento de potência (mudando desta maneira a potência do reator)





Dois núcleos magnéticos - semi-núcleo

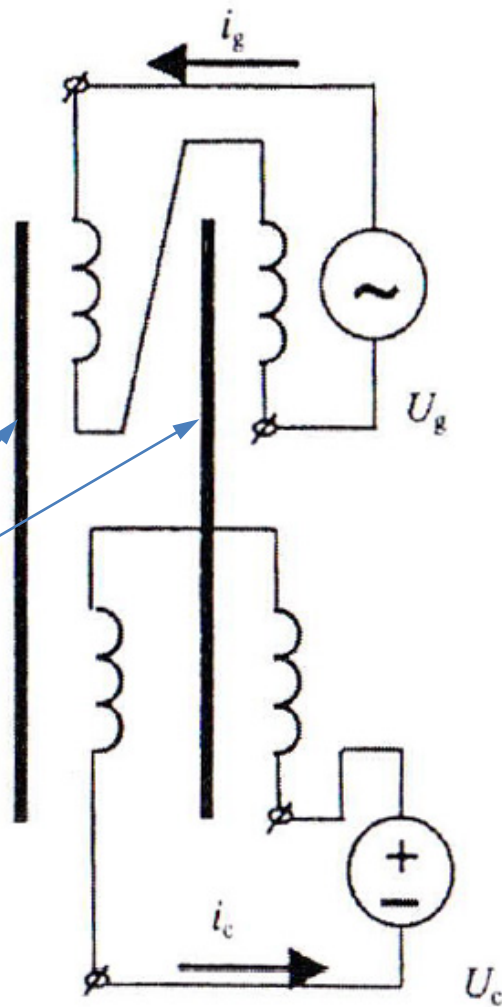


Diagrama de circuito de uma fase MCR

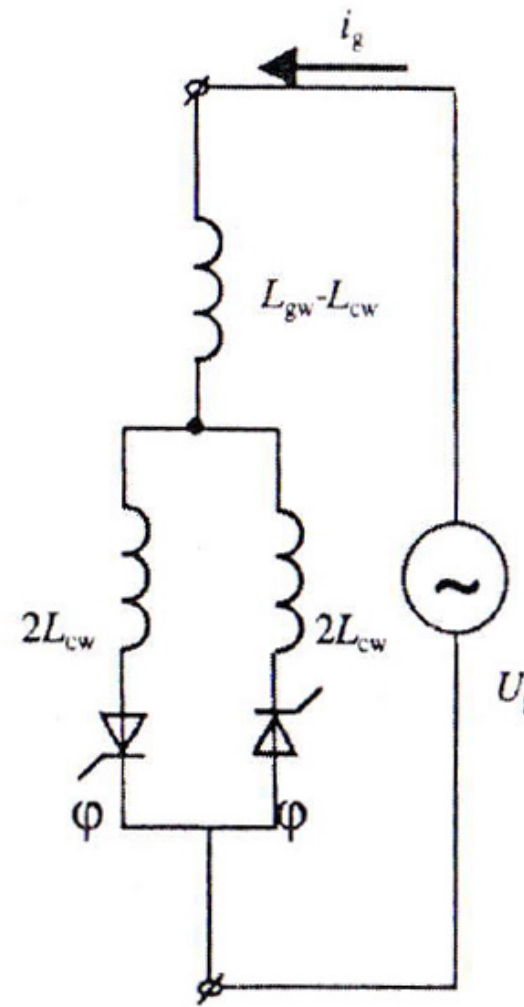
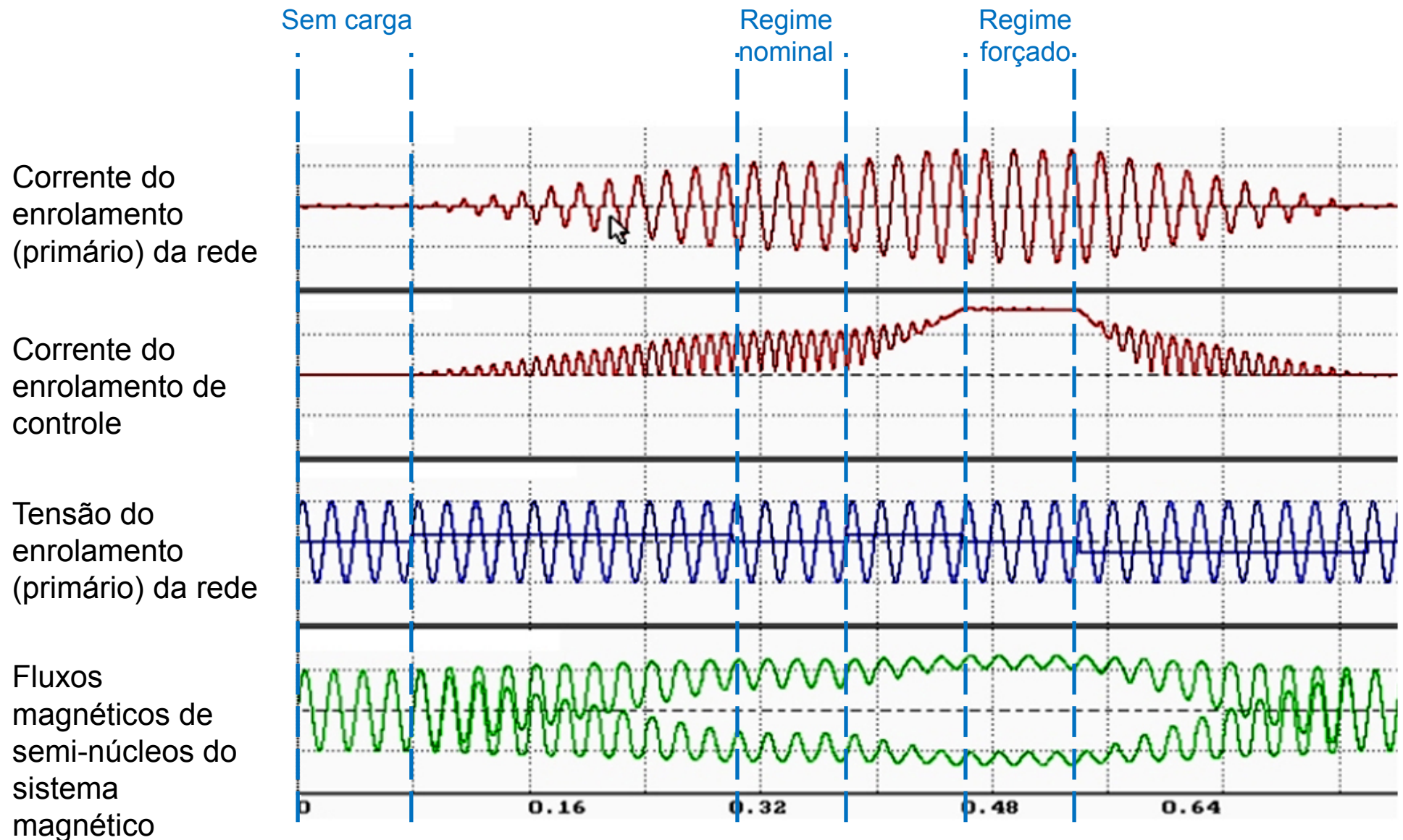


Diagrama de funcionamento equivalente



A particularidade do MCSR:

O regulador que ajusta a potência reativa de um MCSR é um sistema de magnetização pequeno e seguro – apenas **1%** da potência nominal do MCSR!

O regulador é um conjunto formado por um pequeno transformador e por um pequeno retificador a semicondutores



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



- Tecnologia de produção dos MCSR é semelhante à dos transformadores de potência sem OLTC: elevada segurança
- Não há necessidade de operador adicional especializado além dos existentes
- Duplicação dos reguladores para segurança extra
- O regulador do MCSR consiste em um transformador de alimentação pequeno, seguro e simples e um retificador a semicondutores imerso em óleo (conversor)
- A refrigeração de retificadores a semicondutores é do tipo ONAN, sendo assim muito segura sem necessidade de proteção contra pó, areia, etc.
- Os tiristores usados nos retificadores são mais simples e seguros: só cabos elétricos isolados, sem IGBT, etc.



Retificador a semicondutores com transformador de alimentação