

Análise de Especificação, Desempenho e do Custo do Ciclo de Vida de Disjuntores utilizados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, considerando diferentes requisitos de aplicação

GMI 4 / Alessandro

Ciclo de Vida do Ativo



Gestão de Ativos ➔ Planejar e realizar o ciclo de vida dos ativos.

Vida Útil

Vida Útil Regulatória

De acordo com o MCPSE*1 o disjuntor apresenta uma Vida Útil Regulatória de 33 anos.

➔ *Independente da aplicação e das condições de utilização.*

Condições da aplicação

- Menos severas – ex.: **Linhas de Transmissão** e Transformadores.
- Alta performance – ex.: Reatores, Banco de Capacitores, Motores Síncronos e Geradores.

Vida Útil Técnica

De acordo norma NBR 5462*2, Sob dadas condições, Vida Útil Técnica é o intervalo de tempo desde o instante em que um item/equipamento é colocado pela primeira vez em estado de disponibilidade, até o instante em que a intensidade de falha torna-se inaceitável ou até que o item seja considerado irrecuperável depois de uma falha.

*1 - Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico – MCPSE (ANEEL).

*2 - NBR 5462 - Confiabilidade e Manutenibilidade.

Durabilidade Mecânica

De acordo com a norma IEC 62271-100*1:

- Classe M1 - Disjuntor padrão (durabilidade mecânica normal) – 2.000 ciclos de operações de abertura e fechamento.
- Classe M2 - Disjuntor para requisitos especiais de serviço (durabilidade mecânica estendida) – 10.000 ciclos, nesse caso, o disjuntor é operado diariamente, não requerendo manutenção durante sua vida útil especificada, mas apenas uma Manutenção Mínima.

A norma IEC/IEEE 62271-37-013*2 apresenta requisitos correlatos para chaveamento de máquinas síncronas, de 1000 e 3000 operações.

*1 - IEC 62271-100 - High-voltages witchgear and controlgear - Part 100: Alternating current circuit-breakers.

*2 - IEC/IEEE 62271-37-013 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 37-013: Alternating-current generator circuit-breakers.

Durabilidade Elétrica – Chaveamento de Linhas de Transmissão

Requisitos ONS e ANEEL: (...) abertura de linhas em vazio e defeito quilométrico.

Não apresentam informações das condições de utilização dos equipamentos.

Requisitos da norma IEC 62271-100:

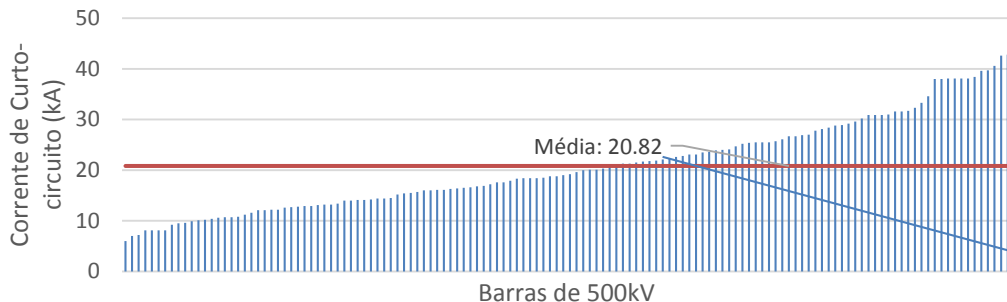
- Classe E1- Disjuntor com durabilidade elétrica básica.
- Classe E2 - Disjuntor com durabilidade elétrica estendida, com tensão até 52kV.

Requisitos da norma IEC TR 62271-310*:

- Classe E2 - Disjuntor com durabilidade elétrica estendida, com tensão > 52 kV, considera faltas em linhas aéreas, e testes com até 78 operações, além de chaveamento de correntes capacitivas previstos na norma (IEC 62271-100).

* - IEC TR 62271-310 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 310: Electrical endurance testing for circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV.

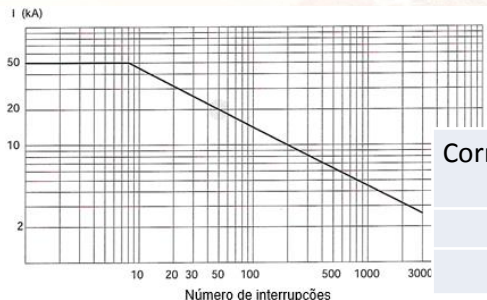
Durabilidade Elétrica – Requisito de curto-circuito do ponto de instalação



Exemplos de correntes de curto-circuito nas barras de 500kV da Rede Básica

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico - Critérios para análise de superação de equipamentos e instalações de alta tensão – 2014

Normas IEC 62271-100 e IEC 62271-310: Ensaios T100, T60, T30 e T10



Corrente de curto circuito simétrica - I(kA)	100%	80%	60%	In	10%	42%	25%
	50	40	30	4	5	21	12.6
Nº operações	8	12	22	1230	788	45	125
ΣkA^2	20024	19993	19954	19681	19711	19905	19836

62271-310
(~78 operações)

60% de 21kA

Disjuntor
AREVA, SF6
GL317D, 500kV

Atividades de manutenção em disjuntor









Os custos de manutenção considera a execução das atividades de manutenção em um disjuntor de 500kV, a SF6, comando a mola, utilizado em três aplicações: Linha de Transmissão ou Transformador, Banco de Capacitores e Reator.

Periodicidades de realização das Atividades de Manutenção	Atividade de Manutenção	Intervalo de Manutenção
	Preditiva - Inspeção visual detalhada	Semestral
	Detectiva - Teste operativo	Anual
	Preditiva - Ensaios e medições	6 anos 1500 operações* ¹ 780 operações* ²
	Preventiva - Revisão com desmontagem ou Substituição	Nº de Interrupções em curto-circuito 5000 operações* ¹ 2500 operações* ²
	Manutenção sob condição - Reposição de gás sf6	Se ocorrer vazamento (considerado a perda de SF6 de 1%/ano)
	Manutenção corretiva	Se ocorrer defeito ou falha

NOTA: Em média os bancos de capacitores e reatores na CEMIG-GT têm sido operados entre 400 e 500 vezes por ano, nos últimos anos.

*1 - Com chaveamento controlado - *2 - Sem chaveamento controlado

Atividades de manutenção em disjuntor

Aplicação	Atividades	Anos																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Todas	Preditiva - Inspeção visual detalhada	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x	2 x
	Detectiva - Teste operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Manutenção sob condição - Reposição de gás sf6	x									x											x								x				
	Manutenção corretiva	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
LT e Trafo	Preditiva - Ensaios e medições	x					x						x						x						x					x				
	Preventiva - Revisão com desmontagem, ou, Substituição																																	
LT IEC 62271-310	Preditiva - Ensaios e medições	x					x						x						x						x					x				
	Preventiva - Revisão com desmontagem, ou, Substituição																																	
Reator e BC Com Manobra Controlada	Preditiva - Ensaios e medições	x		x				x								x					x								x			x		
	Preventiva - Revisão com desmontagem, ou, Substituição																																	
Reator e BC Sem Manobra Controlada	Preditiva - Ensaios e medições	x		x		x			x		x			x		x					x		x					x				x		
	Preventiva - Revisão com desmontagem, ou, Substituição																																	

Análise de Custo de Ciclos de Vida

A Tabela apresenta os resultados da análise de custo de ciclos de vida, valores em pu de disjuntor de 500kV, a SF6, comando a mola, utilizado em três aplicações: Linha de Transmissão ou Transformador, Reator e Banco de Capacitores.

Parâmetros de análise do ciclo de vida até 33 anos (pu) – base: MCPSE	Linha Transmissão e Transformador MCPSE (33 anos)	Linha Transmissão IEC 62271-310 (25 anos)	Reator e Banco de Capacitores (1)	Reator e Banco de Capacitores (2)
Nº de chaveamentos por ano (pu)	1.00	1.33	133.33	133.33
Tempo máximo de operação (pu)	1.00	0.75	0.38	0.19
CO - Custo Operacional Acumulado em 33 anos (pu)	1.00	7.39	13.90	27.89

Mundo Real

*1 - Com chaveamento controlado - *2 - Sem chaveamento controlado

Conclusões

1. É necessário o aprimoramento das questões regulatórias quanto a expectativa de Vida Útil dos disjuntores em função da aplicação e utilização do equipamento, viabilizando o equilíbrio frente a Vida Útil Técnica possível.
2. Confirmação da contribuição da CEMIG para disjuntor na AP 121/2011 da ANEEL (revisão do MCPSE):
 - ✓ 20 anos - Linhas de transmissão e transformadores.
 - ✓ 15 anos – Máquinas Síncronas
 - ✓ 10 anos - Bancos de capacitores e reatores com chaveamento controlado (expectativa de durabilidade elétrica de 5000 operações).
 - ✓ 05 anos - Bancos de capacitores e reatores com chaveamento não controlado (com expectativa de durabilidade elétrica de 2500 operações).
3. É necessário que o ONS e a ANEEL **especifiquem** e **atendam** as condições de utilização dos equipamentos para uma melhor gestão do Ciclo de Vida dos ativos.

Alexsandro Teixeira Gomes



(31) 3506.4428



(31) 9.8675.6188



alexsandro.teixeira@cemig.com.br
alexsandrotgomes@gmail.com



www.cemig.com.br