



CABO INDULINK

PARA SISTEMAS EM 69 kV

INTRODUÇÃO

Os cabos para sistemas de transmissão ou subtransmissão em tensões de 69 kV são projetados sob medida para serem aplicados em uma única instalação específica. Seu dimensionamento é realizado caso a caso, tendo como base a geometria da instalação e os parâmetros locais – temperatura ambiente, resistividade do solo, filosofia de aterramento, entre outros.

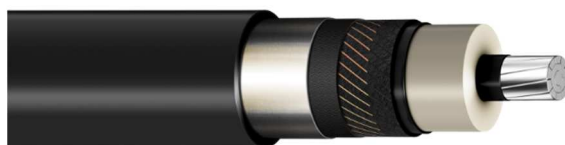
O dimensionamento adequado do condutor é feito a partir da potência a transmitir, seguindo a norma IEC 60287. A Induscabos oferece este serviço ao cliente através do software canadense Cymcap, internacionalmente conhecido. Neste momento também se dimensiona a seção da blindagem metálica que deverá conduzir eventuais correntes de curto-circuito para a terra, com base na intensidade e tempo de atuação da proteção informados pelo cliente.

Sistemas em alta tensão são, em geral, adquiridos em modalidade turn key, onde uma única empresa tem a responsabilidade por todo o projeto, fornecimento de materiais, execução de obras civis, lançamento dos cabos, execução das emendas e terminais, atualização “as-built” e comissionamento.

Algumas empresas optam por comprar os materiais em separado e montam seu próprio

sistema. A Induscabos pode fornecer apenas o cabo ou, dependendo do projeto, oferecer a solução completa na modalidade turn-key.

CONSTRUÇÃO DO CABO



Condutores de cobre ou alumínio podem ser utilizados em qualquer tipo de instalação e sua escolha fica a cargo do cliente. Os condutores devem ser bloqueados contra o ingresso longitudinal de umidade através da aplicação de material termicamente compatível.

Devido às perdas dielétricas mais elevadas, cabos isolados em EPR (borracha etileno-propileno) perderam espaço para o XLPE (polietileno reticulado), que domina os projetos de alta e extra-alta tensão. Em circuitos operando em 69 kV o EPR ainda pode ser aplicado, todavia o XLPE ainda é o preferido por deixar o cabo ligeiramente mais leve e mais econômico.

A blindagem metálica deve ser especialmente dimensionada para o projeto e também deve ser bloqueada contra a penetração de umidade no sentido longitudinal. Face à responsabilidade dos circuitos em 69 kV,

recomendamos que os cabos sejam também providos de bloqueio de umidade no sentido radial, ou seja, de fora para dentro do cabo, o que se obtém através da aplicação de uma fita de alumínio com polietileno em ambas as faces. Durante a aplicação da capa externa do cabo, o polietileno de ambas as faces da fita derretem com o calor da extrusão e aderem entre si formando um selo totalmente hermético contra a penetração de água. Esta fita é conhecida como fita APL (aluminum polyethylene laminated tape).

O material de cobertura mais utilizado é o polietileno de alta densidade (HDPE), que possui excelentes qualidades de estanqueidade e de resistência a agentes químicos ou agressivos encontrados no traçado do circuito. Deve-se prover a cobertura de algum meio condutivo para que atue como um eletrodo de forma a tornar possível a realização do ensaio de aplicação de tensão na cobertura para verificar sua integridade após a instalação. Na Induscabos aplica-se grafite para este fim.

PROCESSO DE EXTRUSÃO



A camada semicondutora interna, o isolamento e a camada semicondutora externa são aplicados através do processo de tríplice extrusão simultânea, evitando qualquer possível contaminação do material e garantindo total aderência entre as três camadas e longa vida útil do produto.

A vulcanização do material de isolamento é realizada em atmosfera inerte de nitrogênio sob pressão, contribuindo para a inexistência do fenômeno da arborescência no material isolante. Os compostos utilizados na tríplice extrusão são de fornecedores tradicionais de classe mundial, sendo armazenados através do sistema de "sala limpa" com pressão de ar superior à pressão ambiente, garantindo a ausência de materiais poluentes juntamente com os polímeros. As espessuras e diâmetros, bem como a excentricidade dos materiais, são precisamente controlados através do sistema de raios X.

NORMA APLICÁVEL

Uma vez que não existe norma brasileira que padronize ou estabeleça os critérios de desempenho de cabos para alta tensão, utilizamos a norma internacional IEC 60840 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages

above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements.

Como descrito em seu título, esta norma não se aplica à construção ou dimensionais dos cabos, mas sim a ensaios e requerimentos que comprovem o desempenho satisfatório do produto.

LIMITES DE TEMPERATURA

A instalação elétrica deve funcionar respeitando-se os limites térmicos para cada regime de operação, conforme abaixo:

Temperatura em regime permanente: é a temperatura máxima suportada pelo material de isolamento em operação normal, sendo a principal característica para a determinação da capacidade de condução de corrente do cabo. Esta máxima temperatura é de 90 °C para ambos os tipos de isolamento – XLPE ou EPR.

Temperatura em regime de sobrecarga: é a temperatura suportada pelo material de isolamento em regime de sobrecarga. A operação neste regime não pode ultrapassar os 105 °C.

Temperatura em regime de curto-circuito: é a temperatura máxima suportada pelo material de isolamento durante um curto-circuito. O condutor não poderá ultrapassar 250 °C durante este regime.

FORÇA MÁXIMA DE PUXAMENTO

Durante o lançamento, a tração máxima que o cabo poderá sofrer pela cobertura (através de camisa) é de 500 kgf. Caso seja tracionado pelo condutor através de olhal, considerar tensão máxima igual a 4 vezes a seção nominal do condutor.

RAIO DE CURVATURA

O raio mínimo de curvatura que deve ser considerado para os cabos deste catálogo é de 20 vezes o diâmetro externo nominal do cabo e refere-se às curvaturas para instalação permanente dos cabos.

DADOS TÉCNICOS

Seguem abaixo dados dimensionais e peso referenciais, uma vez que os pesos reais somente poderão ser determinados após o dimensionamento da seção da blindagem metálica. A espessura da cobertura e o diâmetro externo dos cabos também poderão variar.

CABO INDULINK - COBRE 69 kV						
CONDUTOR		ISOLAÇÃO		COBERTURA		PESO TOTAL
SEÇÃO NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	ESPESSURA NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	ESPESSURA NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)
120	12,7	11,0	36,3	2,5	48,0	2.829
150	13,8	11,0	37,4	2,5	49,1	3.120
185	15,5	11,0	39,1	2,6	51	3.529
240	18,4	11,0	42,0	2,7	54,1	4.175
300	20,5	11,0	44,1	2,8	56,4	4.841
400	23,3	11,0	46,9	2,9	59,4	5.719
500	26,4	11,0	50,0	3,0	62,7	6.922

CABO INDULINK - Alumínio 69 kV						
CONDUTOR		ISOLAÇÃO		COBERTURA		PESO TOTAL
SEÇÃO NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	ESPESSURA NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	ESPESSURA NOMINAL	DIÂMETRO NOMINAL	
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)
120	13,2	11,0	36,8	2,5	48,5	2.140
150	14,3	11,0	37,9	2,6	49,8	2.276
185	16,3	11,0	39,9	2,6	51,8	2.467
240	18,5	11,0	42,1	2,7	54,2	2.754
300	20,8	11,0	44,4	2,8	56,7	3.034
400	23,3	11,0	46,9	2,9	59,4	3.394
500	26,2	11,0	49,8	3,0	62,5	3.836
630	30,5	11,0	54,1	3,1	67,0	4.448

CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

As tabelas abaixo servem como referência da capacidade de condução de corrente (ampacidade) considerando cabos instalados ao ar e diretamente enterrados para as condições específicas adotadas. Qualquer variação nestas condições exige novo cálculo de dimensionamento:

- Temperatura de operação no condutor: 90 °C;
- Temperatura ambiente: 30 °C ao ar, 20 °C no solo;
- Resistividade térmica do solo: 1,0 K.m/W;
- Frequência: 60 Hz;
- Profundidade da instalação quando enterrado: 1,2 m;
- Espaçamento entre condutores: 2 diâmetros de cabo, centro a centro;
- Aterramento: ambas as extremidades.
- Seção da blindagem metálica do cabo: 35 mm².

Ampacidade (A) – condutores de cobre:

Seção (mm ²)	Ao ar trifólio	Ao ar espaçado	Enterrado trifólio
120	410	466	358
150	461	519	399
185	523	583	447
240	614	672	514
300	695	747	573
400	792	833	641
500	898	921	713

Ampacidade (A) – condutores de alumínio:

Seção (mm ²)	Ao ar trifólio	Ao ar espaçado	Enterrado trifólio
120	320	370	280
150	360	414	312
185	411	470	352
240	485	548	407
300	551	615	456
400	636	698	517
500	732	786	584
630	847	885	659

ATERRAMENTO

Basicamente temos 3 tipos de aterramento:

Em apenas uma das extremidades do circuito

Se as blindagens metálicas são conectadas entre elas e a terra em apenas um dos lados do circuito, existirá no outro extremo (flutuante) uma tensão induzida proporcional à corrente e ao comprimento do circuito, podendo atingir valores excessivos. Em compensação, a corrente circulante pelo cabo será máxima, uma vez que não haverá circulação de corrente pela blindagem metálica, o que produziria calor e redução da ampacidade do cabo.

Em ambas as extremidades do circuito

Se as blindagens metálicas são conectadas entre elas e a terra em ambas as extremidades do circuito, uma corrente se estabelece neste circuito fechado. O calor produzido por esta corrente prejudica a dissipação térmica do condutor, resultando em menor ampacidade do cabo.

Cross-bonding

Este tipo de aterramento é utilizado em circuitos longos que transportam correntes mais elevadas. O circuito é dividido em 3 segmentos iguais (ou 6, ou 9...). As blindagens metálicas são solidamente aterradas no início do primeiro segmento e no final do terceiro segmento, e são cruzadas a cada segmento, no intuito de eliminar as tensões induzidas. Este sistema é mais trabalhoso e requer link-boxes para o seccionamento e cruzamento das blindagens, bem como transposição das fases, porém tem as vantagens da segurança (não há tensões induzidas) e da maior ampacidade (não há circulação de corrente pela blindagem).