

طراحی خطوط

ویژه دانشجویان کارشناسی

بررسی و تحلیل شبکه به همراه چکیده پروژه های دانشجویی

دکتر قره داغی



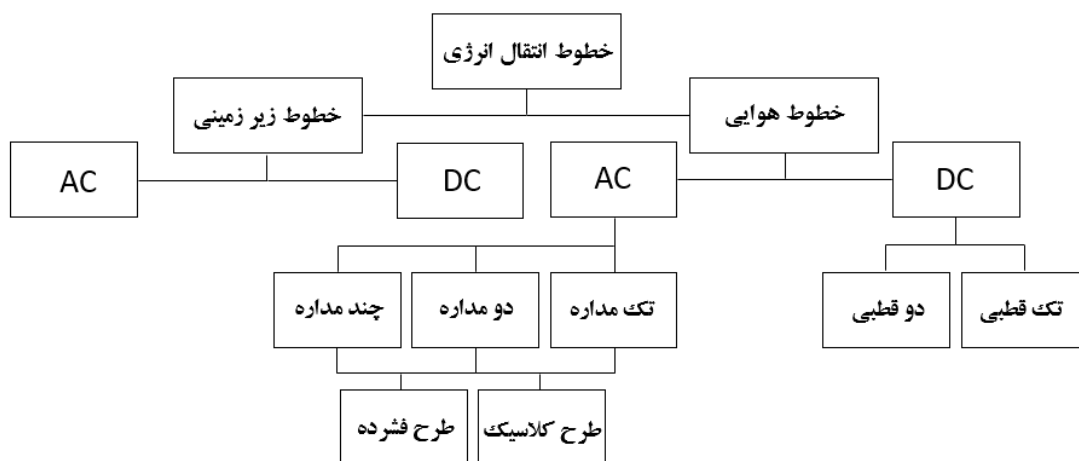
بهار ۹۴

مزایای سیستم HVDC به HVAC :

- ۱- برتری فرکانس.
- ۲- میزان تلفات در dc نسبت به ac کمتر است.
- ۳- امکان ارتباط چندین ناحیه یا کشور باهم است.
- ۴- حجم و تجهیزات فشرده به علت زمینی بودن آن.
- ۵- عدم تلفات کرونا به علت نبود آن.

برنامه ریزی و مطالعات اولیه در خطوط انتقال:

- ۱- تامین نیاز
- ۲- بررسی وضعیت شبکه های موجود
- ۳- بازدید کلی از مسیر پست ها
- ۴- انتخاب طرح ها
- ۵- مطالعات سیستم
- ۶- انتخاب هادی
- ۷- بررسی های اقتصادی



مزایای HVDC نسبت به HVAC :

- ۱- در این خط فقط به دو هادی نیاز است یکی با ولتاژ مثبت و دیگری با ولتاژ منفی نسبت به زمین.
- ۲- قابلیت اعتماد بالا در خطوط hvdc
- ۳- hvdc فضای کتری نسبت به hvac دارد بدلیل متراکم بودن هادی ها
- ۴- هزینه نصب خطوط بدلیل تعداد کم هادی ها کاهش می یابد.
- ۵- خطوط hvdc به عایق بندی کمتری نیاز دارند بنابراین کرونا و تداخل رادیویی کمتر است.
- ۶- ارزان بودن کابل های dc نسبت به ac
- ۷- قدرت انتقالی از یک خط dc را میتوان توسط ترستورهای یکسو کننده کنترل کرد.
- ۸- تلفات پایین خطوط dc به دلیل اینکه مقاومت dc از ac بیشتر است و در DC جریان راکتیو وجود ندارد.
- ۹- نبودن اثر پوستی به دلیل داشتن جریان dc یکنواخت در کل سطح هادی
- ۱۰- عدم نیاز به تولید و کنترل فرکانس
- ۱۱- استفاده از زمین به عنوان سیم برگشت

معایب خطوط HVDC :

- ۱- مبدل های گران قیمت در هر یک از انتهای خطوط انتقال
- ۲- در مبدل ac به dc و بلعکس در هر یک از کانورترها توان راکتیو تلف میشود
- در حالت ماندگار توان مصرفی حدود ۵۰٪ توان راکتیو انتقالیست. و در حالت گذرا ممکن است این مقدار افزایش یابد.

۳- تولید هارمونیک



۴- مشکل در کلید قدرت. میدانیم که در باز شدن کلید قوس الکتریکی ایجاد میشود و بر اثر دور شدن کنتاکت ها از هم دیگر قوس بزرگتر میشود. در جریان متناوب در هر نیم پریود جریان صفر میشود در این لحظه قوس سرد میشود و امکان خاموش شدن وجود دارد. برای سرد شدن قوس از گاز sf6 استفاده می کنند. در جریان دائم جریان صفر نمیشود لذا نمیتوان قوس را خاموش کرد.

۵- مشکل در تبدیل سطح ولتاژ

فصل دوم: تعاریف و اصطلاحات

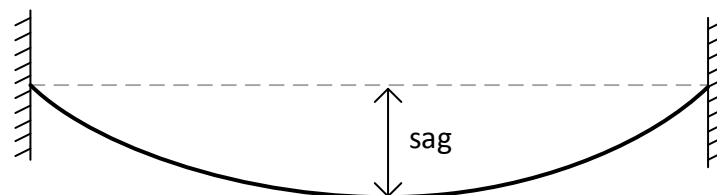
تولید توزیع شده (distribution generation)

Cchp (complain cold hit power)

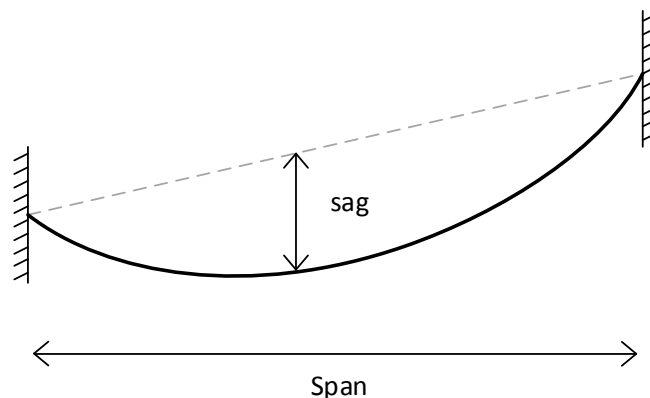
Chp (cpmpain hit power)

۱- کشش: تعداد نیرویی که اگر سیم در نقطه ای پاره شود لازم است در همان نقطه اعمال شود تا سیم حالت قبلی خود را حفظ کند. (tension)

۲- فلش (sag): بزرگترین فاصله قائم بین منحنی سیم و خطی که از نقاط اتصال هادی به دو برج به هم میرسد.



۳- اسپن: به فاصله افقی دو تیر span میگویند و با s نشان می دهند.



الف: اسپن معمولی sn= normal span

ب: اسپن متوسط save= average span

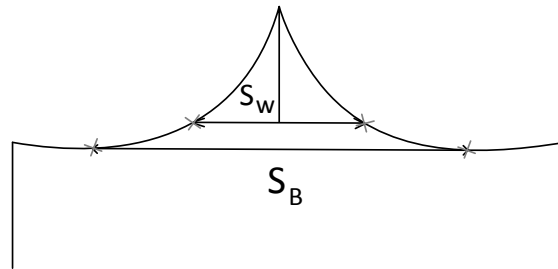
$$S_{ave} = \sum_{i=1}^n \frac{S_n}{n}$$

ج: اسپن معادل sr= ruling span

اسپن معادل : اسپنی است که در یک سکشن با توجه سکشن هادی موجود بیان میگردد.

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_n^3}{\sum_{i=1}^n S_n}}$$

اسپن قائم (Wight span): فاصله بین دو نقطه min منحنی سیم در اسپن مجاور



اسپن افقی (wind span): به فاصله افقی بین نقاط وسط دو اسپن مجاور میگویند.

اسپن بحرانی (critical span): شرایط جوی زمستان و طوفان هردو از سختترین شرایط بوده و سیم هارا میکشد. برای اسپن کوتاه تر از اسپن بحرانی زمستان و برای بلندتر اسپن طوفان استفاده میشود.

اسپن الکتریکی: با توجه به حداکثر فلش سیم و رعایت فاصله الکتریکی تاور

بدست می آید. که در هر صورت نباید اسپن های استفاده شده از تعداد آن تجاوز کند.

۴- سکشن: قسمتی از مسیر خط که محدود به دو برج کشش بوده و مابین آنها تعدادی برج آویزی قرار گیرد.

۵- پارامتر

۶- حداکثر مقاومت کششی

۷- جدول الاستیسیته

۸- ضریب انبساط خطی

۹- منحنی سیم یا منحنی شنت

۹-۱- منحنی گرم

۹-۲- منحنی سرد

۹-۳- منحنی فاصله مجاز هادی از زمین

۹-۴- منحنی طولی

۱۰- پلان

۱۱- پروفیل

۱۲- برج

۱۲-۱- برج آویزی

۱۲-۲- برج کششی

۱۲-۳- برج انتهایی

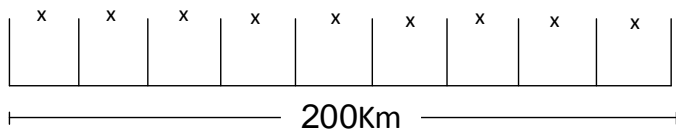
۱۳- منحنی کاربردی

فرمول الاستیسیته : طبق قانون هک نسبت تغییر تنش به تغییر ازدیاد طول نسبی سیم گویند و با حرف e نشان میدهند و واحد آن kg/mm^2 است.

مثال: در یک خط انتقال از شهر A تا B به طول 200Km احداث شده است در صورتی که ۱۰ پایه استفاده شده باشد مطلوب است :

اسپن معمولی - متوسط - معادل

الف) پایه ها به فاصله برابر باشند .

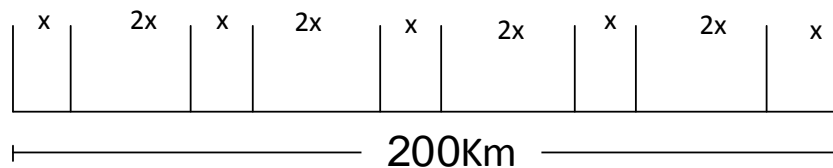


$$9x = 200Km \quad x = \frac{200}{9} = 22.22 Km$$

$$S_{avr} = \sum_{i=1}^n \frac{S_n}{x} \quad S_{avr} = \sum_{i=1}^9 \frac{22.22}{9} = 22.22$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^9 (22.2)^3}{\sum_{i=1}^9 22.22}} = 22.22$$

ب) برج ها به صورت یک در میان با دو برابر اولی احداث شود .



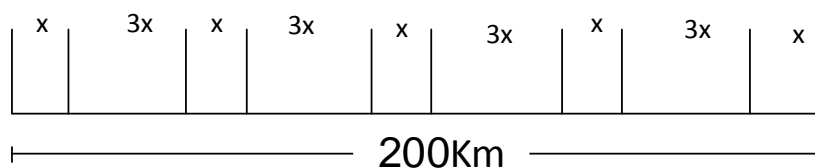
$$S_n = 5x + 8x = 200Km$$

$$13x = 200 \quad x = \frac{200}{13} = 15.38Km \quad 2x = 30.76$$

$$S_{avr} = \sum_{i=1}^9 \frac{15.38}{9}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^9 (15.38)^3}{\sum_{i=1}^9 15.38}}$$

ج) آیا این امکان وجود دارد که فاصله برج ها بصورت یک در میان ۳ برابر باشد ؟



$$17x = 200 \quad x = \frac{200}{17} = 11.76 \text{ Km} \quad 3x = 35.29 \text{ Km}$$

مثال: دو هادی a و b با سطح مقطع یکسان مد نظر است. در صورتی که جدول الاستیسه هادی b رابطه تناسب توان سوم با هادی A داشته باشد جرم دو هادی چه تناسبی خواهند داشت؟

ضریب انبساط خطی: نسبت تغییر طول نسبی ناشی از حرارت به تغییر درجه حرارت گویند و با حرف α نشان میدهند و واحد آن $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ است.

منحنی گرم و سرد: شرایط آرایش هادی ها را در فصول گرم را منحنی گرم و شرایط آرایش منحنی ها در فصول سرد را منحنی سرد می گویند.

منحنی فاصله مجاز هادی ها با زمین :

کمترین فاصله مجاز هادی از سطح تراز زمین را گویند.

منحنی معمولی: برای تمام فصول محاسبه می گردد.

تمپلت: وسیله ای که منحنی های مختلف سیم بر روی آن رسم گردیده و جهت پایه گذاری مورد استفاده قرار می گیرد ، می گویند.

پلان: دید از بالای شبکه نسبت به افق پایین را پلان گویند.

پروفیل: دید از جانب بالای شبکه نسبت به افق پایین را گویند.

برج tower: وسیله ی نگه دارنده هادی های خط انتقال را گویند.

منحنی کاربردی: نمایش شبکه های انتقال را بر روی کاغذ گویند.

انتخاب یک سطح ولتاژ مناسب برای خطوط :

$$U = 5.5 \sqrt{L + \left(\frac{S}{150}\right)}$$

U: ولتاژ خط انتقال [kv]

S: قدرت ظاهری خط [kva]

L: مسافت طول خط [mile]

مثال: یک خط انتقال بطول ۳۰۰ mile قدرت 20 mva را انتقال می دهد. مطلوبست پیدا کردن سطح ولتاژ پیشنهادی با توجه به استاندارد سطوح ولتاژ ایران.

$$U = 5.5 \sqrt{L + \left(\frac{S}{150}\right)} = 5.5 \sqrt{L + \left(\frac{25 \times 10^3}{150}\right)} = 114.49$$

رابطه کوارتز:

$$U = 82 \left(\frac{m}{1000}\right)^{\frac{1}{24}} \Rightarrow U = 82^{\frac{24}{24}} \sqrt[24]{\frac{m}{1000}}$$

مثال: با استفاده از رابطه کوارتز سطح ولتاژ پیشنهادی برای مثال فوق را محاسبه کنید.

$$U = 82 \left(\frac{m}{1000}\right)^{\frac{1}{24}} = 82 \left(\frac{6000}{1000}\right)^{\frac{1}{24}} = 88.35 \quad 300 \times 20 = 6000$$

روش G: محاسبه ولتاژ خط (انتقال قدرت در مسافت های بسیار طولانی)

$$U = 20 \sqrt{p}$$

مثال: جهت انتقال قدرت 100 mw از شهری در جنوب کشور به مسافت 1200 mile به نقطه دور افتاده از کشور. مطلوبست سطح ولتاژ؟

$$U = 20 \sqrt{p} \quad U = 20 \sqrt{100mw} = 200Kv$$

رابطه دقیق محاسبه سطح ولتاژ در خطوط قدرت:

$$U = 4PLn(L - 0.9)$$

$$Ue = \frac{1}{700} \sqrt{PL} \text{ گشتاور بار:}$$

$$Ue = 150 \sqrt{P^3 \sqrt{L}} \text{ رابطه کلون:}$$

مثال: برای انتقال 800 kv توان حقیقی از مبدا به مقصدی با 400 km ضمن محاسبه سطح ولتاژ انتقالی از روابط کلون و گشتاور بار نتایج را با رابطه دقیق مقایسه کنید.

$$U = 4PLn(L - 0.9) \quad U = 4 \times 0.8Ln(400 - 0.9) = 21.66 \text{ Mv}$$

$$Ue = 150 \sqrt{P^3 \sqrt{L}} \quad Ue = 150 \sqrt{0.8} \times \sqrt[3]{400} = 988.5 \text{ Kv}$$

$$Ue = \frac{1}{700} \sqrt{PL} \quad Ue = \frac{1}{700} \sqrt{0.8 \times 400} = 0.025 \text{ Mv}$$

هادی های خطوط انتقال: در سطوح فوق توزیع و بالاتر از هادی آلومینیومی استفاده میشود ول در فشار ضعیف از مسی.

$$N = 3n(n - 1) + 1$$

N: تعداد رشته

n: تعداد لایه

مثال: یک هادی fox با ۷ لایه شامل چند رشته خواهد بود؟

$$N = 3n(n - 1) + 1$$

$$N = 3(7)(7 - 1) + 1 = 127$$

ACSR/GS: با لایه مرکزی فولاد و لایه های کنار آلومینیومی

AAAC: آلومینیوم خالص

$$R_c = R_0 \frac{u+t_c}{u+t_0} \text{ : درجه حرارت}$$

R_c مقاومت هادی در درجه حرارت t_c [Ω]

R_0 مقاومت هادی در درجه حرارت t_0 [Ω]

t_c درجه حرارت هادی بر حسب درجه سانتی گراد

t_0 درجه حرارت اولیه هادی بر حسب سانتی گراد

μ ضریب ثابت

$$t_s = 23EQ_s - \sqrt{d} \text{ : تاثیر خورشید}$$

t_s انرژی درجه حرارت هادی تحت نمایش خورشید [$^{\circ}C$]

Q_s توان تابش خورشید بر حسب وات بر اینچ مربع

E ضریب سطحی هادی

d قطر هادی بر حسب اینچ

$$R_c = R_a(1 + x + x^2) \text{ : تاثیر جریان الکتریکی}$$

$$x = K \frac{R_a s^2}{d + 2\sqrt{d}}$$

R_a مقاومت هادی باردار

K ضریب مشخص برای هادی

$$K = (260 - 60E - ta)10^2 \quad K = 0.022$$

۴- تاثیر فرکانس :

$$R = K_0 R_d c$$

X تابش از متغیر x است.

$$X = 0.063598 \sqrt{\frac{\mu F}{Rdc}}$$

$$X = \frac{0.4497}{\sqrt{Rdc}}$$

۵- راکتانس خطوط ساده

$$Xl = K \log \frac{GMD}{GMR}$$

$$K = 0.02894F$$

P فرکانس XL راکتانس خط

GMD فاصله متوسط هندسی فاز [cm]

GMD متوسط شعاع هندسی [cm]

مثال: برای فرکانس 50 hz مقدار k را می توان نوشت؟

$$Xl = 0.1447 \log \frac{GMD}{GMR}$$

$$GMR = r \cdot e^{-\frac{\mu}{\epsilon}}$$

$$GMR = 0.77887$$

خازن گذاری سری و موازی -مزایا معایب -دیاگرام فازوری:

خصوصیات مفره -مسائل مربوط به سطح ولتاژ -استقامت الکتریکی مفره ها:

پارامترهای خطوط انتقال در خصوص مقاومت هادی ها:

عوامل موثر در محاسبه ی مقاومت هادی ها:

۱) عوامل محیطی: الف) درجه حرارت ب) تاثیر خورشید (زاویه تابش خورشید) پ) ارتفاع از سطح دریا
ت) سرعت باد ث) باران و برف ج) تغییر سطحی

۲) عوامل الکتریکی: الف) تاثیر جریان الکتریکی طبق قانون اهم ب) تاثیر فرکانس

۳) مشخصه هادی (جنس هادی)

۴) روش محاسبه مقاومت

راکتانس سلفی: تحت تاثیر عوامل زیر است:

الف) خطوط ساده

ب) خطوط باندا

مشخصه های خطوط انتقال:

$$B = \frac{1}{XC} \text{ (الف) سوسپیتانس}$$

ب) امپدانس طبیعی خط (امپدانس موجی) XIL

ج) قدرت طبیعی خط SIL

هادی های خطوط انتقال:



مقاومت الکتریکی	مقاومت مکانیکی	وزن هادی	مقطع هادی	قطر هادی	کد هادی
0.8724	1340	$148 \frac{Kg}{km}$	$35mm^2$	8.37	fox
0.4546	3320	355	60	10.98	mik
0.2733	330	394	100	14.15	Dog
0.2136	5130	546	276.8	16.29	Parridge
0.1576	8140	642	175	19.53	Lynx
0.1698	7870	785	336	18.83	oriole
0.1196	8850	976	477	21.78	Hawk
0.07167	14300	1628	795	28.13	Drake
0.06332	14500	1725	900	29.51	Canory
0.05973	15400	1825	954	30.39	Cordinal
0.05518	16600	1980	1033	31.12	corlew
0.04238	21000	2585	1351	311.16	mortin

رابطه تبادل حرارتی خطوط انتقال

$$W_j + W_s + W_m = W_c + W_r + W_v$$

ز حرارت تولیدی

s خورشید

m فو کو و هیستریزیس

c جابجایی

r تشعشع

v ناشی از تبخیر و سطح مقطع

تلفات الکتریکی در خطوط انتقال :

در اثر عبور جریان از یک هادی یا المان بوجود می آید.

$$P_{loss} = R \cdot i^2$$

$$I = \frac{p}{\sqrt{3} \cos \varphi}$$

$$P_{loss} = R \left(\frac{P}{v \cos \varphi} \right)^2$$

$$P_{loss} = \frac{1000R}{N_c N_s} \left(\frac{P}{v \cos \varphi} \right)^2$$

N_c تعداد مداری خط انتقال

N_s تعداد هادی های هر فاز

P_l تلفات قدرت در هر یک کیلومتر از خط [km]

R مقاومت هر هادی [Ω/km]

v ولتاژ فاز به فاز خط انتقال [kv]

p قدرت عبوری از خط انتقال [mw]

ضریب توان خط $\cos\phi$

مثال: مقدار تلفات توان در یک خط انتقال 230 kv دو مداره با دو هادی در هر فاز محاسبه نمایید.

طول خط 120 km ، $p=200$ mw ، $R=0.55[\Omega/\text{km}](20\text{ c}^\circ)$ ،

$$P_L = \frac{1000R}{N_c N_s} \left(\frac{P}{V \cos\phi} \right)^2$$

N_c دو مداره

N_s هادی های هر فاز

$$P_L = \frac{1000 \times 0.55}{2 \times 2} \left(\frac{200 \times 10^6}{230 \times 10^3 \times 0.88} \right)^2 = 134.25 \text{ Mw}$$

ضریب تلفات :

$$L_{sf} = \frac{EL}{T \cdot P}$$

$$L_f = \frac{E}{T \cdot P}$$

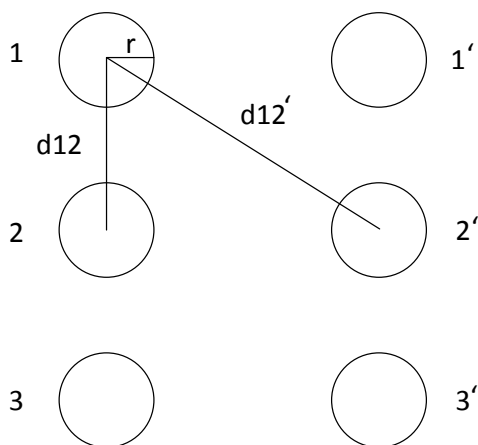
L_f ضریب بار

مثال:

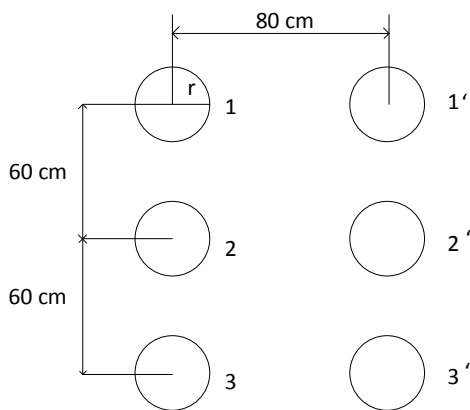
با اطلاعات تمرین ۱ و با فرض $L_{sf} = 1.08 l_f^2$ ضریب بار و ضریب تلفات بار را محاسبه نمایید. (T=یکسال یا ۸۷۶۰ ساعت)

$$D_m = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{13} \cdot D_{23}} \quad \text{و} \quad D_s = \sqrt[3]{D_{11'} \cdot D_{23'} \cdot D_{33'}}$$

$$D_{11'} = \sqrt{r' d_{11'}} \quad \text{و} \quad D_{12} = \sqrt[4]{d_{12} \cdot d_{12'} \cdot d_{12'} \cdot d_{13'}}$$



مثال : یک خط انتقال دو مداره 400 kv با مشخصات شکل زیر داده شده است. در صورتیکه هادی ۳ لایه ای با قطر هر مفتول $D=20 \text{ mm}$ در طراحی هادی خط انتقال استفاده گردد میزان اندوکتانس معادل خط مورد نظر را محاسبه نمایید.



پدیده کرونا :

در خطوط 63 kv فضایی احتمال تلفات است. در صورتیکه شدت میدان الکتریکی ماکزیمم $30 \text{ [kv/cm}^2]$ (شدت میدان موثر $21,2 \text{ [kv/cm}^2]$) در اطراف هادی انتقال نیرو موجود می باشد. هوای اطراف هادی در شرایط استاندارد (20 c°) شروع به یونیزه شدن می کند. که پدیده یونیزاسیون توام با هاله بنفش رنگ و تلفات انرژی با عنوان تلفات کرونا است.

$$P_c = \frac{224}{s} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{d}} x (v - v_{th})^2 \cdot 10^{-5} \text{ [kw/km]} \quad \text{فرمول پیک:$$

ضریب چگالی:

$$\delta = \frac{3.29P}{273 + t}$$

$$E_c = 31\delta \left(1 + \frac{0.308}{\sqrt{\delta r}}\right) \quad E = \frac{v}{r \ln \frac{d}{r}}$$

باندل سازی: در خطوط انتقال نیرو جهت کاهش کرونا هر هادی فاز خط انتقال را معادل با دو یا چند هادی جایگزین با ساختار هندسی دوتایی، مثلثی و مربعی می نمایند که برآیند کمیت های الکتریکی ساختار باندل معادل با هادی اصلی بوده و از طریق اسپیسرهای مخصوص فاصله تقارنی خود را حفظ می کنند.

$$D_s^b = \sqrt[4]{r'd \cdot r'd} = \sqrt{r'd} \quad n=2$$

$$D_s^b = \sqrt[3]{r'd^2 \cdot r'd^2 \cdot r'd^2} = \sqrt[3]{r'd^2} \quad n=3$$

$$D_s^b = \sqrt[4]{\sqrt{2}d^3} \quad n=4$$

کاپاسیتانس:

ظرفیت خازنی سیستم سه فازه:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{Deq}{\sqrt{r'd}}}$$

$$C_n = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{Dm}{Dc}}$$

$$L = 2 * 10^{-7} \ln \frac{Dm}{Ds}$$

مثال : در تمرین قبلی در صورتی که از باندل ۳ تایی با شعاع هریک از هادی های باندل به میزان (مثلث) 10mm و فاصله هریک از هادی های باندل (اضلاع مثلث متساوی الاضلاع) به میزان 40mm کاپاسیتانس و اندوکتانس را محاسبه کنید.

عوامل موثر در پدیده کرونا:

۱- سطح ولتاژ انتقال

۲- رطوبت

۳- ضریب چگالی بار

۴- انتخاب سطح مقطع مناسب آن

۵- فرکانس

مسیر شناسی در طراحی خطوط

۱- مشکلات مرتبط با زمین: از پارامترهای مهم در زمین شناسی است که شامل موارد زیر است:

۱- مقاومت زمین

۲- زمین صخره ای

۳- زمین های متحرک

۴- زمین های گران قیمت

۵- پرندگان مهاجر

۶- مناطق حفاظت شده

۷- بادو طوفان

۸- تداخل با سایر سازمان ها

۹- مناطق کوهستانی

۱۰- مسائل اجرایی

انتخاب سیم محافظ:

۱- شیوه حفاظت

۲- انواع سیم محافظ

۳- انتخاب سیم محافظ که شامل موارد زیر است:

۱- جریان اتصال کوتاه

۲- جنس سیم محافظ (آلومینیومی با آلیاژ فولاد)

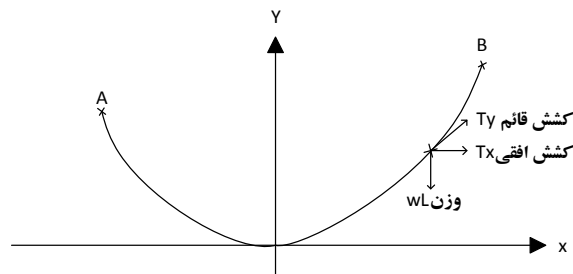
۳- جریان صاعقه (جریان پالسی و ولتاژ بالا و اثرات رزونانس در سیم گارد بجا می گذارد)

۴- مقاومت الکتریکی

۵- مقاومت مکانیکی

۶- سیم زمین

معمولا حجم سیم محافظ (سطح مقطع) از هادی های معمولی کمتر است. بطور معمول $1/3$ یا $1/4$ اندازه هادی های اصلی است.



نیروهای وارد بر هادی :

۱- نیروهای خودی

۲- نیروهای ناشی از بارگذاری

۳- برآیند نیروهای وارده

$$Tx = H$$

$$Ty = w.l$$

$$a = \frac{H}{w} \quad \text{و} \quad \tan \alpha = \frac{w.l}{H} = \frac{l}{a}$$

$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$$dx = \frac{dl}{\sqrt{1 + \frac{l^2}{a^2}}}$$

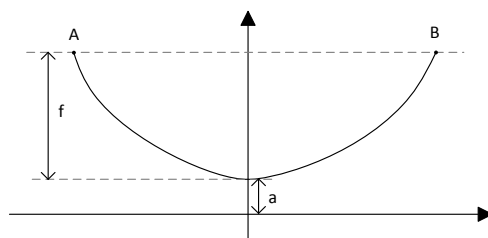
معادله منحنی سیم:

$$y = a \left[\cosh\left(\frac{y}{a}\right) - 1 \right]$$

تمرین: در صورتی که طبق رابطه منحنی سیم در خطوط انتقال با درست بودن پارامتر زیر (a) تغییر دستگاه مختصاتی به میزان (0,-x) و یا x=(X,0) و y=(Y,0) اعمال گردد. سیم را بیابید.

$$\begin{cases} x = (X, 0) \\ y = (Y, 0) \\ (0, -a) \end{cases}$$

محاسبه فلاش سیم ، دو دکل در یک سطح :



$$\begin{cases} yA = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) \\ yA = a + f \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f = yA - a = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) \\ xA = \frac{s}{2} \Rightarrow f = a \left[\cosh\left(\frac{s}{2a}\right) - 1 \right] \end{cases}$$

$$f = \frac{s^2}{8a} = \frac{ws^2}{8H}$$

محاسبه طول سیم :

الف) نقاط نگهدارنده هم سطح

$$S = S + \frac{S^3}{24a^3}$$

ب) نقاط نگهدارنده غیر هم سطح

$$L = S + \frac{S^3}{24a^3} + \frac{h^2}{2S}$$

انتخاب شرایط بارگذاری منطقه :

۱) مناطق با شرایط سبک

۲) مناطق با شرایط متوسط

۳) مناطق با شرایط سنگین

۴) مناطق با شرایط فوق سنگین

تأثیر باد :

نیروی باد :

$$P = \frac{1}{2} \rho V^2$$

$$P = \frac{V^2}{16}$$

باد روی برج :



$$S = 2.7 \left(\frac{1 + 0.25A2}{At} \right)$$

A2 مساحت طولی برج

At مساحت عرضی برج

تأثیر یخ :

$$M = m + 913 * \pi * t(t - d)$$

وزن هر متر سیم با یخ [kg]

M وزن هر متر سیم بدون یخ [kg]

d قطر سیم لخت [m]

t ضخامت یخ [m]

نیروی باد بر روی هر قطعه از برج :

$$F = K\rho SA$$

k ضریب اضافه بار ρ فشار باد

S ضریب شکل A سطح قرار گرفته در مقابل باد

برج های انتقال نیرو :

۱- انواع پایه های انتقال نیرو

۱,۱ تیرهای چوبی

۱,۲ تیرهای بتنی

۱,۳ تیرهای فولادی

۱,۴ برج های فولادی

۲- شکل برج :

۲,۱ جایگذاری افقی فازها

۲,۲ جایگزاری عمودی فازها

۲,۳ جایگزاری مثلثی فازها

۳- برج های کامپکت

۴- برج های مهاری

۵- انواع برج های معمولی

۵,۱ میرائی

۵,۲ زاویه ای

۵,۳ انتهایی

تمرین :

در صورتی که خط انتقال 750 kv با هادی آلومینیومی به قطر 50mm در شرایط منطقه ای با ضخامت برف و یخ 2 cm در نظر گرفته شود. با فرض اینکه وزن واحد طول هادی شبکه بصورت یک تابع درجه دوم و وزن واحد طول خود هادی بصورت مصرف ۵ برابری متغییر اصلی باشند. محدوده مجاز متغییر به چه میزان است؟

مقره: تجهیزاتی است که ضمن نگه دارنده فیزیکی و مکانیکی هادی باید استقامت فیزیکی و حرارتی را نیز داشته باشد.

۱- استقامت مکانیکی

۲- استقامت حرارتی

۳- استقامت الکتریکی

جنس مقره :

۱- چینی - سرامیکی - جنسی از کائولین یا نمک - نمک کوارتز

۲- شیشه ای

۳- شیشه یا سرامیک

۴- پلیمری

انواع مقره :

۱- اتکایی

۲- آویزی

۳- عمودی

۴- نگهدارنده

محاسبات زنجیر مقره :

تمرین: در فرمول شماره ۲ شماره مقره ای که بیشترین و کمترین درصد ولتاژ را دارد، محاسبه کنید.

تمرین : یک زنجیر مقره با تعداد دوسری ۱۸ تایی مد نظر است. در صورتی که ظرفیت هادی خازنی هادی مربوطه به قرار زیر باشد ضمن نمایش درصد ولتاژ طول زنجیر مقره مقادیر مربوط به ولتاژ بر روی هر مقره حساب کنید.

$$c=50 - 70 \text{ pf} \quad ce= 4 - 5\text{pf} \quad cl=0.5 - 1\text{pf} \quad H=5\text{cm}$$

در صورتی که از زنجیر مقره یکسره استفاده شود تعداد مقره هایی که قابلیت توزیع درصد ولتاژ معادل را داشته باشند محاسبه کنید.

پروژه های دانشجویی

کابل اندازی در خطوط انتقال زمینی و عوامل مرتبط با شرایط فنی

چکیده: هر نوع هادی الکتریکی توسط ماده ای از محیط اطراف عایق شده باشد در کابل می گویند. عایق کابل باعث آن در برابر عوامل مختلف طبیعی و مصنوعی می شود.

خطوط انتقال زیرزمینی دارای مزیت های نسبت به خطوط هوایی هستند کهما رامستلزم به استفاده از آن می کند. چون این خطوط در دسترس نیستند به ندرت اشکالی در آنها بوجود می آید مثلاً چون در زیر زمین دفن شده اند از خطر رعد و برق به دور می مانند و چون حریمی برای آن تعریف نمی شود می توان در مناطق پر ازدحام شهری مسافت های کم از این خطوط استفاده کرد. این خطوط دارای معایبی هم نسبت به خطوط هوایی می باشند هم این است که در این خطوط گرفتن انشعاب مستلزم وجود ایستگاه های توزیع - جعبه های انشعاب و تابلو های برق می باشد

انواع کابل های فشارقوی: ۱) کابل های روغنی ۲) کابل های گازی ۳) کابل های لاستیکی و پلاستیکی ۴) کابل های فشارقوی جریان دائم. که هر یک از این کابل ها خود نیز چند نوع هستند.

یکی از ویژگی کابل های زمینی این است که در سیم های هوایی ذکر کلمه ولتاژ در مشخصات فنی سیستم ضروری نیست ولی در کابل های زمینی علاوه بر مشخصات فنی ولتاژ و چند رشته بودن کابل مورد نیاز است.

طرز ننگه داری و خواباندن کابل: قرقره کابل باید در جای خشک ننگه داری شود و در مواقع حمل و نقل آن باید نهایت دقت را بعمل آورد. چون صدمات مکانیکی به کابل عمر کابل را کوتاه می کند. زمین دارای املاح مختلف می باشد که باعث میشود کابل به مرور زمان از بین برود و این اصل میتوان طبق آزمایش خاک کابل مورد نظر را انتخاب کرد.

در کابل کشی زمینی دوروش وجود دارد: الف) کابل کشی مستقیم در زمین ب) کابل کشی توسط کانال. هر یک از این روش ها دارای معایب و مزایایی نسبت به دیگری می باشد. بزرگترین مزیت کابل کشی توسط کانال این است که در صورت به وجود آمدن عیب و عیوبی در مسیر کابل کشی دیگر نیازی له کردن و خرابی خیابان نیست. این در حالی است که هزینه ی اجرای کابل کشی توسط کانال زیاد است.

کانال کابل: کانال ها باید به شکل ذوزنقه کنده شوند و علت ان این است که استحکام در دیواره های کانال زیاد شود. خاک های برداشته شده باید حدود ۳۰ سانتی متر بعد از لبه کانال ریخته شود و در هنگام خواباندن قسمت کف کانال سنگ فرش شده و بعد به اندازه ۱۰ سانتی متر ماسه ی نرم ریخته و بعد از خواباندن کابل حدود ۱۵ سانتی متر نیز ماسه می ریزیم. و در راستای کابل بلوک سیمانی قرار می دهیم. شن و ماسه ی ریخته شده علاوه بر این کع بستر نرمی برای کابل بوجود می آورد به دلیل وجود ذرات هواده در بین دانه های ماسه باعث خنک شدن بهتر کابل می شود.

زمین شناسی خطوط انتقال

پایه برجهای خطوط انتقال نیرو همچون سایر سازه ها در داخل زمین قرار میگیرد. لذا بررسی و مطالعه زمین شناسی محل پایه برجاها از اساسی ترین مطالعات طراحی خطوط میباشد. با توجه به وسعت مسیر خطوط انتقال نیرو، مطالعه تفصیلی محل پایه تک تک برجاها هزینه بالایی را همراه خواهد داشت. لذا با اتخاذ روشهای ویژه و بررسی نقاط خاص از مسیر میتوان حدود باربری و نوع زمین در مسیر خط را جهت تعیین نوع فونداسیونهای لازم مشخص نمود. بررسی ها و مطالعات زمین شناسی یک خط نیرو در واقع در مرحله مسیریابی آن آغاز میشود. به هنگام انجام عملیات مسیریابی، مهندس طراح خط به همراه نقشه بردار و با توجه به نکات فنی و اقتصادی و محدودیتهای طرح، نقاطی از مسیر خط انتقال را که مشخصاً خط از آنها عبور خواهد کرد مشخص کرده و به موازات این عملیات، کارشناس زمین شناسی از دیدگاه مسائل تخصصی خود، مسیر را مورد بررسی قرار میدهد و نکات لازم را در ارتباط با عوارض زمین شناسی و تأثیر آنها بر اجرا و یا پس از اجرا و به هنگام بهره برداری خط یادآور خواهد گردید.

روش انجام مطالعات زمین شناسی مهندسی و آزمایشات مکانیک خاک بدین ترتیب می باشد که بایستی برای هر پروژه اکیپی

متشکل از کارشناس خط، کارشناس زمین شناسی و نقشه بردار، به اتفاق هم جهت تعیین مسیر مناسب به منطقه اعزام گردند و پس از بررسی های لازم محلی، مسیر مورد نظر را تعیین نمایند. در انتخاب مسیر بایستی سعی شود که نقاط و زوایا در محدوده هائی برای نقشه بردار مشخص گردد. در مرحله بعد نقشه بردار مربوطه جهت نهایی کردن مسیر و بتن گذاری زوایا به منطقه عزیمت و پس از انجام خدمات، نتیجه را بصورت کروکی مسیر تهیه و به کارشناس زمین شناسی می رساند. همزمان کارشناس زمین شناسی نیز گزارش کاملی از مشاهدات و وضعیت منطقه و جنس خاک و مشکلات احتمالی از نظر ریزش، لغزش، سولفاته بودن خاک و تعداد گمانه های مورد نیاز را تهیه می نماید. پس از تأیید مسیر و گزارشات مربوطه، استعمال از ارگانهای محلی و درج مسیر، اعلام حریم خط در روزنامه های کثیرالانتشار بایستی انجام شود. مرحله بعدی انجام نقشه برداری مسیر و آزمایشات مکانیک خاک می باشد.

ساخت و بررسی مسیر از نظر عوارض زمین شناسی در زمان بهره برداری یا اجرا

- ۱) شناسایی زمین های لغزشی و یا مستعد لغزش
- ۲) شناسایی و بررسی ارتفاعات و دامنه های مشرف بر محدوده مسیر
- ۳) شناسایی زمین های رسی ، سیلپیتی
- ۴) شناسایی گسل های مجاور خط
- ۵) شناسایی نقاط تجمع و انباشت برف و یخ
- ۶) شناسایی جهت وزش بادهای شدید
- ۷) شناسایی زمین های باتلاقی
- ۸) شناسایی زمین های متشکل از رسوبات تبخیری
- ۹) شناسایی آبروها و مسیل های مشرف
- ۱۰) توجه به فاصله برجها از حاشیه رودخانه

شناخت و بررسی مسیر از نظر طبقه بندی عمومی مشخصه های زمین شناسی

- ۱) زمین های سنگی : زمین سنگی ضعیف و زمین سنگی سخت.
 - ۲) زمین های آبرفتی : زمین های خاکی خوب، زمین های خاکی با مقاومت متوسط (خاک ضعیف)، زمین های سست و ریزشی (خاک خیلی ضعیف)، زمین های خاکی با سطح آبهای زیر زمینی بالا.
- انجام بررسی ها و تقسیم بندی مذکور در بندهای فوق به صورت یک گزارش زمین شناسی مهندسی به همراه یک نقشه ارائه میشود. مقیاس این نقشه بسته به اهمیت موضوع و طول مسیر میتواند با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و کوچکتر باشد.

خطوط HVDC

رشد سریع در مصرف انرژی الکتریکی لزوم انتقال این انرژی را در ظرفیتهای بالا از مرکز تولید به مصرف ضروری ساختهاست اما در سالهای اخیر مسائل اقتصادی در تولید و انتقال انرژی با قیمت ارزان از یک طرف و مسائل زیست محیطی نظیر آلودگی بیش از حد در شهرهای بزرگ از طرف دیگر باعث شده است که نیروگاهها اکثراً در فواصل دور از مصرف عمده که شهرها هستند باشند و در محل منبع سوخت ارزان مانند رودخانه ها مناطق نفت خیز و ... تأسیس گردند و برای رساندن این انرژی تولید شده از منابع به مناطق مصرف خطوط انتقال انرژی ایجادگردیدند این خطوط انتقال دارای تلفات

می باشند و برای کم کردن تلفات و ارزانتر بودن هزینه خطوط در انتقال انرژی با ظرفیت بالا به صورت ولتاژهای زیاد و جریان پایین استفاده می گردند.

اکثر پیشگامان صنعت برق در ابتدا متمایل به کاربرد شبکه های DC بودند و ادیسون در سخنانش گفت بود جریان AC از نظر ایمنی خطرناک است با توجه به این مسائل و مسائل فنی و اقتصادی خطوط انتقال HVAC در انتقال مقادیر زیاد انرژی به فواصل دور ایجاد خطوط انتقال HVDC را ضروری ساخته است. علاوه بر این گسترش روزافزون سیستم های قدرت و ضرورت اتصال سیستم های بزرگتر به روند توسعه انتقال انرژی به روش جریان مستقیم سرعت بخشیده است چون سیستم های انتقال HVDC برخی مسائل و مشکلات سیستمهای انتقال HVAC مانند سنکرونیزاسیون - پایداری و ... را ندارند.

طبقه بندی خطوط HVDC :

خطوط HVDC را می توان به طور کلی، به طبقات زیر تقسیم کرد:

۱- خطوط تک قطبی Monopolar

۲- خطوط دو قطبی Bipolar

۳- خطوط هم قطبی Homopolar

۴- خطوط پشت به پشت back-to-back

انتخاب نوع برج به عوامل مختلفی بستگی دارد. از آن جمله می توان نوع منطقه مسیر خط بصورت دشت یا کوهستانی، ناحیه شهری یا روستائی، محدودیتهای مربوط به حریم، روش نصب و سیم کشی و نحوه بهره برداری و نگهداری و هزینه تهیه مواد و نصب و غیره را نام برد.

بعد از مطالعه مقدماتی بر روی عکسهای هوایی و تعیین مسیر عبور خط نوع برجی را که مناسب خط باشد مشخص نموده و نقشه برداری دقیق روی زمین آغاز می‌گردد تا چگونگی تغییرات ارتفاع در سطح زمین و مسیری که خط باید طی نماید مشخص گردد. در سراسر سیستم بهم پیوسته برق کشور انواع زیادی از برجها بکار برده شده اند که دارای مشخصات مشابه زیر هستند:

*برجهای یک مداره (S/C) Single circuit

*برجهای دو مداره (D/C) Double circuit

- اخیراً برجهای چند مداره نیز در حال نصب می‌باشند.

DC: برج ها در خطوط

ابعاد و ظرفیت (و در نتیجه وزن) برج به عوامل مختلفی بستگی دارد که می‌توان برخی از آنها را چنین بر شمرد:

۱- شکل برج

۲- نیروهای وارد بر موج

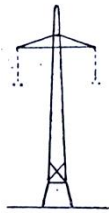
۳- شرایط جوی و محیطی مورد استفاده برج

۴- حداقل فاصله مجاز هادی از برج (طول کراس آرام)

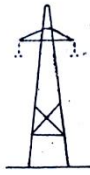
۵- حداقل فاصله مجاز هادی از زمین (ارتفاع برج)

۶- مسائل اقتصادی و ضریب اطمینان سیستم

برای احداث خط انتقال DC نیاز به برج های DC می‌باشد که برای نمونه در شکل (۴-۱۰) تعدادی از این برج ها رسم شده اند. البته از دکل های موجود AC نیز با اندکی تغییرات می‌توان استفاده کرد.



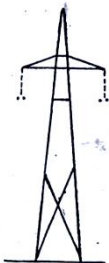
VOLGAGRAD-DONBASS
400KV(800KV.FINAL)



KONTI-SKAN
500KV



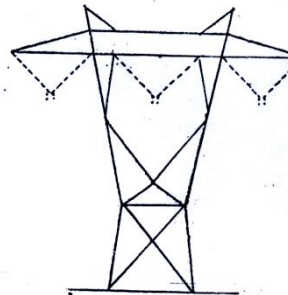
SARDINIA-ITALY
200KV



PACIFIC INTERTIE
600KV



NEWFOUNDLAND
1000KV



HYDRO QUEBEC
735KV AC

نیروهای وارد بر برج :

نیروهای وارد بر برج دو دسته می باشند:

۱- نیروهای عمودی

۲- نیروهای افقی

نیروهای عمودی ناشی از:

۱- وزن هادی و یخ نشسته روی آن

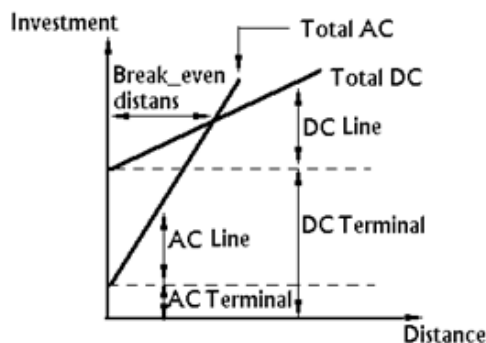
۲- وزن مقره و یخ و برف نشسته روی آن

۳- وزن خود برج



مسائل اقتصادي: هزینه های يك خط انتقال، شامل دو قسمت عمده هزینه های ثابت و هزینه های جاری می باشد که هر کدام شامل اجزاء دیگری می باشند. هزینه های ثابت شامل پایه ها (برجها)، هادیها، مقره ها، پست های ترانس، جبران کننده ها، هزینه های نصب و اجرا، هزینه های طرح و مهندسی می باشد. که از آن میان بعضی مستقل از طول خط می باشند مانند پست های ترانس (به عنوان هزینه اولیه) و هزینه هایی مانند هزینه پایه ها و مقره ها و جبران کننده ها را می توان به صورت تابعی از هزینه هادیها بیان نمود و هزینه های نصب و اجرا و طرح مهندسی به صورت درصدی از کل پروژه بیان می شوند. هزینه های جاری خط شامل تلفات و نگهداری و تعمیرات می باشند. دو روش عمده برای محاسبه هزینه کل خط وجود دارد که یکی محاسبه هزینه سالانه خط می باشد که در این روش هزینه های ثابت را با در نظر گرفتن آن به صورت سالانه در آورده و با هزینه های جاری جمع کرده و هزینه انتقال انرژی را بدست می آورد. در روش دوم با محاسبه هزینه های جاری در طول عمر خط و بدست آوردن ارزش کنونی آن، می توان هزینه کل را در طول عمر آن با جمع هزینه ثابت بدست آورد.

شکل (۳-۵) هزینه های انتقال AC و DC را بر حسب طول انتقال نشان می دهد. دو منحنی همدیگر را در نقطه ای قطع می کنند. در فواصل کمتر از این نقطه خطوط AC اقتصادی تر است. در فواصل بیشتر از این نقطه خط DC اقتصادی تر است.



تأثیر عدد و برق بر خطوط انتقال نیرو و راهکارهای مقابله با آن

یکی از عوامل مهم جوی که همواره تداوم برق رسانی خطوط انتقال را تهدید می کند صاعقه است.

۱. بلند بودن ارتفاع برجهای انتقال نیرو

۲. پهن بودن سر دکلها در برخی موارد

مفاهیم لازم در طراحی و تعیین سیم گارد خطوط انتقال انرژی

الف) فاصله برخورد و تعیین عددی آن

ب) شرایط تخلیه بر میله قائم

ج) سطح سایه

فاصله برخورد و تعیین عددی آن آخرین فاصله لازم جهت طی جریان پیشرو و کامل گشتن مسیر تخلیه جریان اصلی را فاصله برخورد می گوئیم.

شرایط تخلیه بر میله قائم

$$d=k(I)^b \quad \text{رابطه (۱)}$$

• k, b : ثابت های تجربی

• a : دامنه ی جریان موجی حاصل از تخلیه

• d : فاصله ی برخورد

جریان حاصل از تخلیه جوی را می توان از رابطه ی زیر بدست آورد:

$$I=(D/500) \times (E/a) \times 10^9 \quad \text{رابطه (۲)}$$

D: وسعت ابر (قطر ابر معادل به km)

A: فاصله ابر و زمین (km)

E: ولتاژ ابر (kv)

سطح سایه خط

دو روش برای تعیین آن وجود دارد:

1. رسم دو امتداد با زاویه ی ۶۳,۵

2: $W = 4h + b$ انتخاب با فرمول

سطح سایه خط

با افزایش ارتفاع برج و یا افزایش ارتفاع نصب سیم های زمین بر سطح سایه افزوده می شود. فضای واقع در زیر این دو امتداد به فضای مورد محافظت معروف است

محافظت سیم های فاز خطوط انتقال انرژی توسط سیم های زمین

تخلیه بر سیم های فاز بروز قوس در طول زنجیر مقره و فواصل هوایی ایزولاسیون را سبب گردیده، به همین علت تخلیه جوی مستقیم بر سیم های فاز مطلوب نبوده تنها در شرایط خاص این نوع تخلیه قوس موسوم به Back Flash Ove قوس برگشتی را در طول زنجی مقره پدیدار می سازد.

این بحث شامل :

ملاحظات نصب

تعیین مکان هندسی نقاط برابر از زمین وميله

تعیین فاصله بحرانی

تعیین موقعیت مناسب زمین

ملاحظات نصب

بروز هر گونه قوس اتصالی فاز به زمین در طول زنجیره مقره در هر یک از برجاها، جریان اتصالی قابل توجه را به سمت بدنه برج برقرار می‌سازد این قوس ممکن است از آلودگی مقره ها یا ظهور شیئی خارجی در فاصله هوایی زنجیرمقره ها روی دهد

مکان هندسی نقاط برابر از زمین و میله

که شرایط محافظت از آن را بیان می‌کنیم مکان هندسی نقاط برابر از میله و زمین یک هذلولی می‌باشد

تعیین موقعیت مناسب سیم زمین و نحوه محافظت سیم های فاز توسط سیم های زمین و سطح برخورد سیم زمین

1. رسم دایره a به مرکز A و شعاع dc

2. رسم هذلولی p

3. یافتن نقطه ی تقاطع M

4. رسم دایره به مرکز M و شعاع dc

5. یافتن N با استفاده از زاویه قائمه و ادامه دادن به اندازه خود AN

زاویه ی حفاظت

زاویه ی حاصل از برخورد عمود منصف FA با امتداد افق

استفاده از سیم گارد به عنوان انتقال دهنده ی سیگنال های مخابراتی

سیم های زمین از جنس فولاد و با قدرت کششی بالا انتخاب می‌شوند و گاهی به منظور انتقال سیگنال های فرکانس بالای مخابراتی و فرمان های الکتریکی استفاده می‌شود و در این مورد از ایزولاسون ۱۰ کیلوولت استفاده می‌شود

مزایای (OPGW)

✓ (OPGW خود) به عنوان محافظ خط در برابر جریان های صاعقه می باشد و نیز در برابر نویزهای خارجی و تداخل مقاوم است.

✓ دارای تلفات پایین بوده و امکان انتقال در فواصل طولانی را می دهد.

✓ به علت پهنای باند زیاد امکان ارسال حجم وسیعی از اطلاعات را در زمان کوتاه وجود دارد.

و نیز به دلیل داشتن حجم و وزن کم باعث شده که به عنوان یک سیم زمین مرسوم مورد استفاده قرار بگیرد.

استفاده مخابراتی از خطوط انتقال نیرو و بکارگیری PLC

فناوری انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق به مصرف کننده نهایی، یکی از فناوری های رو به رشد در بسیاری از کشورهای پیشرفته ی جهان است. بسیاری از کشورهای در حال توسعه نیز، برای استفاده و بکارگیری این فناوری در سطح شبکه ی برق مطالعاتی انجام داده و برخی از آنها به نصب آن پرداخته اند. از اینرو در این پروژه ابتدا به معرفی و کلیات فنی این فناوری پرداخته می شود و سپس مزایا، کاربردها و مشکلات آن ذکر می شود. با توجه به اینکه شناخت تولیدکنندگان و عرضه کنندگان این فناوری برای انتقال آن به کشور اهمیت فراوانی دارد، مشخصات کلیه ی عرضه کنندگان و تجهیزات آن بیان می گردد. در ادامه هزینه خرید و روش های انتقال این تکنولوژی به کشور بررسی شده و سپس منابع مورد نیاز برای انتقال و انطباق فناوری در کشور بیان می شود. در نهایت، طول عمر این فناوری و زمان استفاده موثر از آن بررسی خواهد شد.

PLC از سالها قبل در خطوط فشار قوی (400KV, 230KV, 132KV, 63KV) برای اهداف کنترلی و حفاظتی بین نیروگاهها و پست های فشار قوی و مراکز کنترلی (دیسپاچینگ) استفاده می شود. برای مثال می توان به کنترل تنظیم تولید نیروگاهها از راه دور (تنظیم نقطه مرجع نیروگاه)، ارتباط تلفنی بین پست های فشار قوی و نیروگاهها، ارسال مقدار توان، انرژی، ولتاژ و جریان کل شبکه به مرکز دیسپاچینگ، فرامین حفاظتی و... نام برد. در واقع PLC انتقال داده های مخابراتی را در خطوط فشار قوی بر عهده دارد و این اطلاعات از

طریق هادی های فشار قوی انتقال می یابد(هادی های فشار قوی معمولاً از نوع ACSR^۲ هستند). انتقال اطلاعات از طریق PLC معمولاً به صورت آنالوگ صورت می گیرد که برای مدولاسیون سیگنالهای ارسالی از روش های مختلفی استفاده می شود. این سیگنال ها معمولاً در محدوده فرکانسی کیلو هرتز (فرکانس های پائین که در ایران بین 40kHz تا 500kHz) کار می کنند و به همین دلیل ظرفیت انتقال نسبتاً کمی را ارائه می دهند که البته با توجه به این که اطلاعات کنترلی و حفاظتی شبکه قدرت خیلی حجیم نیست تا کنون PLC در شبکه قدرت جایگاه خود را حفظ کرده است.

امروزه سعی بر این است که اتصال به اینترنت از طریق اتصال به خروجی های برق به آسانی میسر شود. از خطوط الکتریکی موجود به منظور انتقال پهنای باند PLT^۳ ارسال اطلاعات از طریق خطوط قدرت یا ها استفاده می کند و ها و شرکت های مخابراتی درون خانه مخابراتی به درون شبکه خانگی و ارائه سرویس مهمترین مزیت آن استفاده از شبکه برق موجود بدون نیاز به ایجاد کانال های مخابراتی جدید می - [1]باشد

با وجود مزایایی که PLC می تواند ارائه دهد تنها مواردی که توسعه این تکنولوژی را به عقب انداخته است، اموری همچون چگونگی استاندارد سازی و مشکلات اقتصادی می باشد. بدون تکامل و توسعه در ایجاد استانداردهای مناسب به صورت جهانی، نمی توان PLT را به عنوان یک تکنولوژی درخور و بدون خطر مورد استفاده قرار داد. همچنین این تکنولوژی قادر است به عنوان یک جایگزین برای شبکه های مخابرات بین المللی موجود مورد استفاده قرار گیرد و همه نوع خدمات از جمله سرویس های صوتی، سرویس های دیتا و خصوصاً فاکس و دسترسی به اینترنت پر سرعت و کم هزینه برای تمامی منازل را فراهم کند. بنابراین هدف اصلی ارائه روشی برای بهره برداری از خطوط قدرت داخلی به عنوان شبکه های گسترده محلی پر سرعت است که بتواند اطلاعات صوتی و تصویری دیجیتال را در کنار دیگر اطلاعات حمل کنند. مطالعات بیشمار و آزمایشات بسیار زیاد نشان داده است که امکان استفاده از فرکانس های بالا و پهنای باند بیشتر برای انتقال از طریق شبکه برق وجود دارد و با فرکانس های حدود ۱/۶ تا ۳۰ مگاهرتز می - توان به نرخ انتقال اطلاعات تا حداکثر چند صد مگابیت بر ثانیه با استفاده از ظرفیت شبکه های توزیع در مراحل ولتاژ فشار ضعیف^۴ و ولتاژ فشار متوسط^۵ دست یافت [2].

2-Aluminum Conductor Steel Reinforced

4-Power Line Telecommunication

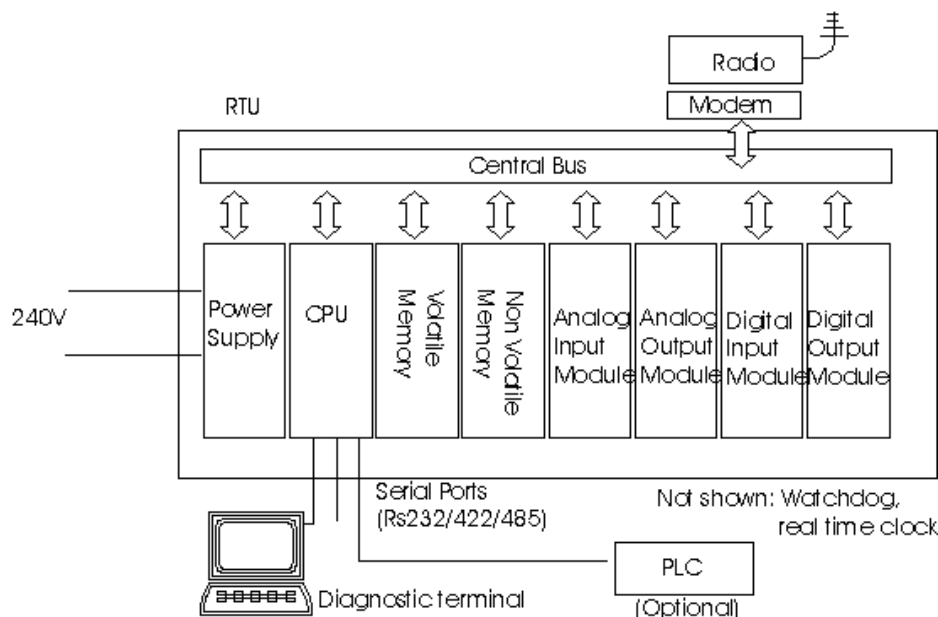
4-Low Voltage (LV)

5- Medium Voltage (MV)

این نتیجه به صورت بالقوه یک نوآوری بزرگ است که می تواند ارزش اقتصادی قابل ملاحظه ای داشته باشد. به عنوان یک نمونه امکان دسترسی به اینترنت از طریق پریزهای برق را می توان نام برد. امری که باعث خواهد شد عظیم ترین علوم و دانش بشری در تمامی جهان و در یک زمان برای همگی در دسترس باشد و از طرفی هزینه های دسترسی بالای اینترنت که هم اکنون مانع بزرگی برای کاربران است به طرز در آخر باید توجه داشت که استفاده از شبکه های الکتریکی برای انتقال قابل توجهی تغییر خواهد کرد. اطلاعات بدون محدودیت نیز نمی باشد و مشکلاتی دارد، که از جمله آنها می توان به اغتشاشات الکترومغناطیسی^۶ فرکانس بالا و تداخل با باند فرکانسی رادیوهای آماتور فعلی اشاره کرد.

اجزای اصلی یک سیستم شامل PLC که امروزه در سطوح مختلف سیستم قدرت به کار گرفته می شود شامل موارد زیر می باشد [5]:

RTU – (Remote Terminal Unit): این دستگاه شامل تعدادی ورودی و خروجی آنالوگ و دیجیتال می باشد. وظیفه ی اصلی RTU تبدیل سیگنال های ارسالی به سیگنال های قابل انتقال از طریق کانال مخابراتی است که شامل قسمت هایی مثل CPU ، کارت های ورودی و خروجی آنالوگ و دیجیتال و مودم می باشد. شکل زیر یک نمونه RTU صنعتی را نشان می دهد.



شکل (۱-۱): RTU

- تجهیزات مخابراتی شامل مدولاتور و دمدولاتورهای HF^۲ و IF^۱، تقویت کننده ها و فیلترهای مناسب (این گروه در خود دستگاه PLC قرار می گیرند).

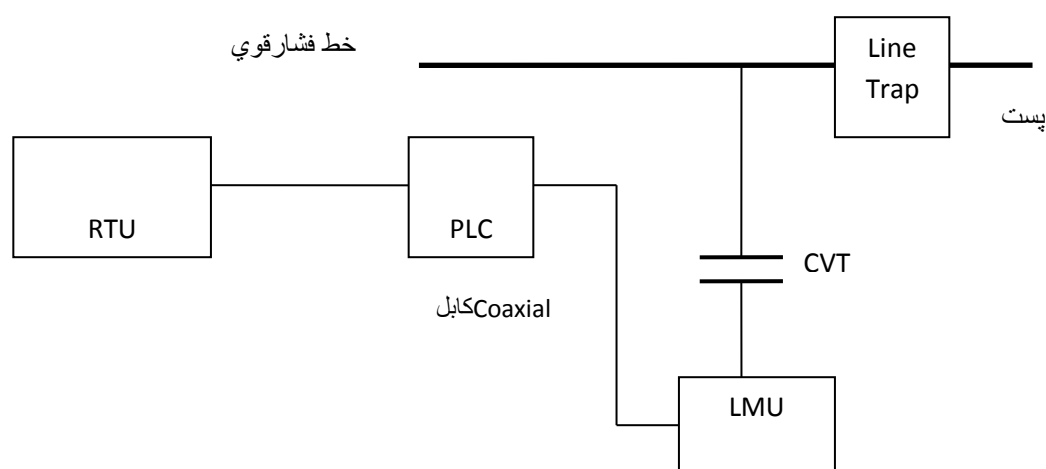
. به منظور انتقال توان ماکزیمم LMU^۱ - تجهیز تطبیق دهنده با کانال مخابراتی (در اینجا خطوط قدرت) یا از طریق کانال مخابراتی و جلوگیری از انعکاس امواج، باید امپدانس فرستنده و کانال برابر باشد.

- سیستم ایزوله کننده تجهیزات مخابراتی از ولتاژ بالا. (که معمولاً یک خازن که معروف به CVT است به کار گرفته می شود).

- کانال مخابراتی که در اینجا همان هادی های خطوط قدرت هستند.

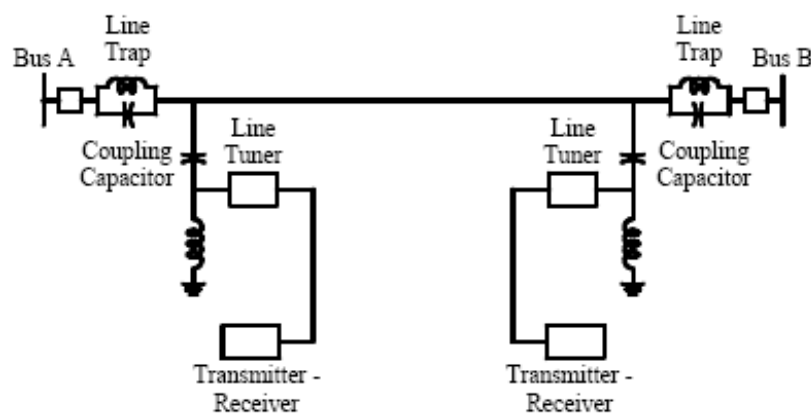
- تله موج (Line Trap) که وظیفه آن جلوگیری از ورود اطلاعات به قسمت هایی به جز کانال مخابراتی مانند پست های فشار قوی می باشد.

شکل های (۱-۲) و (۱-۳) به ترتیب بلوک دیاگرام و نمودار تک خطی PLC در شبکه قدرت را نشان می دهد.



در خطوط انتقال PLC شکل (۱-۲): بلوک دیاگرام

1-High Frequency
2-Intermedite Frequency
9-Line Matching Unit



شکل (۱-۳): نمودار تک خطی خط انتقال قدرت با وجود PLC

مزایای سیستم PLC

مزایای سیستم PLC به عنوان یک روش ارسال اطلاعات در شبکه برق با توجه به معیارهای ذکر شده در بند قبل شامل موارد زیر می باشد [1].

- به دلیل استفاده از خطوط برق، نیاز به نصب مسیر ارتباطی نبوده که این به معنای عدم اتلاف هزینه و زمان برای ساخت کانال ارتباطی جدید می باشد.
- سیستم PLC از جمله محیط‌های مخابراتی در صنعت برق می باشد که کاملاً مستقل بوده و مدیریت و کنترل آن در دست شرکت‌های برق می باشد.
- محیط مخابراتی PLC از نوع کابلی یا سیم هوایی بوده و در صورت بروز خطا محل آن براحتی قابل ردیابی و شناسایی است.
- دسترسی به هر نقطه شبکه توزیع در هر زمان میسر بوده و شبکه مخابراتی به موازات آن قابل گسترش است. بنابراین توسعه شبکه PLC دارای پیچیدگی نمی باشد.
- سیستم PLC سرعت قابل قبولی در بخش ولتاژ ضعیف و سیستم خانگی دارد (با توجه به انتخاب پهنای باند زیاد در این سطوح). در کاربردهایی که از PLC در بخش ولتاژ ضعیف استفاده می شود، با توجه به اینکه فواصل ارسال سیگنال کم می باشد، می توان به سرعت بالایی برای تبادل اطلاعات دست یافت.

- هزینه تعمیر و نگهداری PLC نسبتاً پایین بوده، به گونه ای که معمولاً پس از نصب آنها نیازی به سرویس های دوره ای خاصی نمی باشد.

معایب سیستم PLC

با وجود مزیت های ذکر شده برای سیستم PLC، این روش دارای معایبی است که می تواند باعث محدود کردن کاربرد این فناوری شود. بر اساس بخش های قبلی، که در آنها مشکلات مهم این سیستم توضیح داده شد، برخی از مهمترین معایب استفاده از این روش شامل موارد زیر می باشد [2]:

- تغییرات امپدانس

- تضعیف زیاد در مسیر ارتباطی و ایجاد امواج ساکن در طول مسیر

- وجود نویز ایمپالس تصادفی و یکنواخت

- تداخل از منابع خارجی مجاور خطوط فشارقوی

- وجود کلیدهای مجزا کننده

- تعداد شاخه های زیاد

- سرعت کم انتقال اطلاعات در سطح ولتاژ متوسط (با توجه به انتخاب پهنای باند کم در آن سطح)

- هزینه بالای مبدل و مودم های PLC

کرونا در هوای خشک و بارانی و قیاس پارامتریکی آنها

پدیده کرونا: یکی از پدیده هایی که در ارتباط با تجهیزات برقدار از جمله خطوط انتقال فشار قوی مطرح می شود، کرونا است. میدان الکتریکی در نزدیکی ماده رسانا می تواند به حدی متمرکز شود که هوای مجاور خود را یونیزه نماید.

کرونا و پدیده یونیزاسیون: در حالتی که فاصله بین هادی ها کم باشد، کرونا ممکن است باعث جرقه زدن و اتصال کوتاه گردد. بدیهی است که کرونا سبب اطلاق انرژی الکتریکی، کاهش راندمان الکتریکی خطوط انتقال و تداخل در امواج رادیویی می شود.

عوامل مؤثر بر کرونا

۱- شرایط جوی

۲- شرایط هادی ها

شرایط فیزیکی هادیها که باعث تغییر ولتاژ کرونا می شود به سه دسته تقسیم می شود :

الف- شعاع هادیها

ب- صاف بودن سطح صافیها

ج - دمای سطح هادیها:

تلفات کرونا : تلفات ناشی از پدیده کرونا نیز بخشی از تلفات را در یک سیستم قدرت را شامل می شود.

ولتاژ بحرانی : گرادیان ولتاژی که سبب شکست الکتریکی در عایق شده و به ازای آن، عایق خاصیت دی الکتریک خود را از دست می دهد، گرادیان ولتاژ بحرانی و ولتاژی را که سبب ایجاد این گرادیان بحرانی می شود ولتاژ بحرانی می نامند.

ولتاژ مرئی کرونا: هرگاه ولتاژ خط به ولتاژ بحرانی برسد، یونیزاسیون در هوای مجاور سطح هادی شروع می شود. اما در این حالت پدیده کرونا قابل رویت نمی باشد. برای مشاهده کرونا، سرعت ذرات الکترون ها در هنگام برخورد با اتم ها و مولکول ها باید بیشتر باشد یعنی ولتاژ بالاتری نیاز است.

معایب:

۱- اتلاف توان: به صورت گرما تولید صدا و تولید نویز

۲- اختلالات رادیویی

۳- تولید گاز اوزون

۴- اختلال در شکل موج سینوسی ولتاژ

۵- تخریب عایق سیم ها و مقره های چینی

مزایا:

اتلاف توان در هنگام اضافه ولتاژ و برخورد صاعقه که با میرا کردن آن از رسیدن موج به تاسیسات حساس برق جلوگیری نموده و همچنین در صنعت فتوکپی و لیزرهای نیتروژن از آن استفاده می شود.

بهترین زمان برای مشاهده کرونا: کرونا در فضای آزاد بعد از یک روز بارانی تا قبل از زمانی که سطوح برقدار خشک شده باشند قابل مشاهده است و پس از خشک شدن کرونا مشاهده نمی شود. نقاط در معرض کرونا با رطوبت خود را بهتر نشان می دهند.

آشکار شدن کرونا: تخلیه بار ناشی از بهمن الکترونی در آزمایشگاه که به سه طریق مختلف مشاهده می شود، بهترین راه تشخیص کرونای مرئی است که به صورت نور بنفش از نواحی با ولتاژ اضافی ساطع می شود.

دومین راه شناسایی کرونای صدا دار است که در حالی که شبکه مورد مطالعه در ولتاژی بالاتر از آستانه کرونا باشد صدایی به صورت هیس هیس قابل شنیدن است. امواج صوتی تولید شده به وسیله اغتشاشات موجود در هوای مجاور محل تخلیه بار، به وسیله حرکت یون های مثبت به وجود می آیند.

سومین روش امواج رادیویی ایجاد شده در این پدیده است.

سه نوع مختلف از کرونا وجود دارد که در نمونه تست EHV در آزمایشگاه مشخص می شود:

۱. تخلیه پرمانند

۲. تخلیه قلم مویی

۳. تخلیه تابشی



فرمول تلفات کرونا

$$P_{ufwc} = \frac{K}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{R}{d}} \left(\frac{V_L}{\sqrt{3}} - E_{dev} \right)^2 L \times 10^{-5} \text{ KW / km / phase}$$

Table 1. Sample corona loss calculation based on Peek's formula.

Symbol	parameter	Sample value
K	Fixed constant	243
D_{ga}	Disruptive gradient in Air	21.2kv/cm
m_d	Irregularity factor for disruptive critical voltage	0.85
m_v	Irregularity factor for visual corona inception voltage	0.72
t	Temperature of the surroundings	45°C
P	Atmospheric pressure	750 torr
δ	Air density correction factor: $\delta = \frac{0.386P}{273 + t}$	0.9104
R	Radius of conductor	0.54cm
d	Conductor spacing	300cm
f	frequency	50Hz
V_L	Line to line voltage	132
E_{dcv}	Disruptive critical voltage: $D_{ga} \delta m_d R \log(d./R)$	55.98 kv to Neutral
E_{vcv}	Visual inception corona voltage: $D_{ga} \delta m_v R \log(d./R)(1+0.3./\sqrt{\delta R})$	67.72 kv to Neutral
L	Length of the conductor	100km
P_{ufwc}	Corona loss under fair weather conditions	347.37 kw/phase
P_{uswc}	Corona loss under stormy weather conditions	838.53kw/phase

فرمول تلفات کرونا برای شرایط طوفانی

$$P_{pet} = \frac{21 \times 10^{-6} \times fV^2}{(\log 10d / R)^2}$$

پدیده گالوپینگ

پدیده گالوپینگ چیست؟

گالوپینگ یا پدیده نوسان هادی، به پدیده‌ای در خطوط انتقال هوایی گفته می‌شود که در آن هادی‌ها دچار ارتعاشی با دامنه بالا و بسامد پایین می‌شوند که در اثر وزش باد رخ می‌دهد. هادی‌ها ممکن است تکی یا باندل پوشیده‌شده از یخ باشند. در طراحی خطوط انتقال هوایی این پدیده نقش مهمی در تعیین فواصل عایقی و بارگذاری برج‌ها دارد.

این پدیده در هنگام وزش بادهای متقاطع نسبت به سطح هادی‌های یخ‌زده رخ می‌دهد. هر چند این پدیده معمولاً در هادی‌های یخ‌زده رخ می‌دهد اما در مواردی هم هنگام وزش بادهای شدید و دائمی در هادی‌هایی که یخ نزده‌اند مشاهده شده‌است.

انواع حرکت‌های گالوپینگ:

انواع حرکت‌های ایجاد شده این شرح است: حرکت عمودی، حرکت افقی، حرکت پیچشی. حرکت عمودی مهمترین حرکت در نوسان هادی‌ها می‌باشد و این حرکت در خطوط دومداره موجب می‌شود که هادی‌ها به هم نزدیک شده و حتی به همدیگر برخورد نمایند و این حرکت در خطوط دومداره عامل تعیین‌کننده فاصله هادی‌ها در مناطق مستعد برای گالوپینگ می‌باشد. موج حرکت عمودی تقریباً سینوسی می‌باشد و در حالت کلی به وسیله رابطه زیر داده می‌شود:

$$y = y_{\max} \sin \omega t \quad (2)$$

باتوجه به کوچک بودن اندازه حرکت افقی، این حرکت در بررسی گالوپینگ در نظر گرفته نمی‌شود و این حرکت مشکلاتی را ایجاد نمی‌کند. حرکت پیچشی هنگامی تولید می‌شود که هادی در اثر مرکز ثقل یخ نشسته شده بر روی هادی که معمولاً در جهت باد خورسیم تشکیل می‌شود پیش نماید. این پیش موجب می‌شود که زاویه برخورد باد با سطح یخ تغییر کرده و مؤلفه‌های نیرو و هادی عمودی و افقی تغییر نمایند و در این صورت شرایط گالوپینگ تغییر می‌نماید و بسته به اینکه این چرخش در جهت مثبت و یا منفی باشد نیروهای دینامیکی موجب سست شدن کراس آرم‌ها و انواع اتصالات در سازه‌ها می‌شوند.

خسارت‌ها و زیان‌ها یوارده:

گالوپینگ موجب انواع آسیب‌های سازه‌ای در خطوط انتقال می‌شود. برخی از این خسارت‌ها مستقیماً از نیروهای بزرگ که موج‌های گالوپینگ به برج‌ها اعمال می‌کنند ناشی می‌شود. برای مثال کراس آرم‌ها در برج‌های فلزی و سایر سازه‌ها سقوط می‌کنند، اتصالات یراق‌آلات و مقره‌ها آسیب دیده و در برخی موارد شکسته می‌شوند، زنجیره مقره‌ها در می‌روند. نیروهای دینامیکی از قبیل شوک‌هایی که موج‌های گالوپینگ در برج منعکس می‌شود به دمپر‌ها آسیب می‌رسانند و در بعضی مواقع موجب شکستن وزنه‌ها و فرسودگی اتصالات می‌شوند.

روش‌های مقابله با گالوپینگ:

۱- روش‌های حفاظتی:

سه روش اصلی برای مقابله با گالوپینگ عبارتند از:

- جلوگیری از تشکیل یخ روی هادی‌ها
- دخالت مستقیم در مکانیزم‌های گالوپینگ برای جلوگیری از تشکیل آن یا جلوگیری از رسیدن آن به دامنه‌های بالا



- سخت‌گیری در طراحی برای بالا بردن مقاومت خطوط در مقابل گالوپینگ از طریق مواردی چون بالا بردن فاصله بین فازها و کنترل مود گالوپینگ با استفاده از ارتباط‌های بین فازی.

زمین کردن

در تمام تأسیسات الکتریکی به خصوص تأسیسات فشار قوی، زمین کردن یکی از مهمترین و اساسی ترین اقداماتی است که برای رفاه و سلامتی واصولاً ادامه زندگی اشخاص به کار برده میشود.

در تأسیسات برق دو نوع زمین کردن وجود دارد که یکی را زمین کردن حفاظتی و دیگری را زمین کردن الکتریکی می نامیم.

زمین کردن حفاظتی :

برای حفاظت اشخاص در مقابل اختلاف سطح تماسی زیاد بکار برده می شود

زمین کردن الکتریکی :

دستگاهها بخاطر کار صحیح دستگاهها و جلوگیری از ازدیاد فشار

الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها با زمین میباشد.

زمین کردن الکتریکی سه نوع است :

1- زمین کردن مستقیم : مثل وصل کردن مستقیم نقطه صفر ترانسفورماتور یا نقطه ای از

سیم رابط بین دو ژنراتور جریان دائم به زمین.

2- زمین کردن غیرمستقیم : مانند اتصال نقطه صفر ژنراتور توسط یک مقاومت بزرگ به زمین یا اتصال

نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور توسط سلف بزرگ به زمین.

3- زمین کردن باز: در این نوع زمین کردن نقطه صفر یا اصولاً هر نقطه از شبکه الکتریکی که دارای پتانسیل

نسبت به زمین است توسط یک فیوز فشارقوی (الکتروود جرقه گیر) به زمین وصل می شود. تا موقعی که

مدار فیوز بازاست یعنی در حالت کار عادی شبکه، ارتباط شبکه با زمین بازاست ولی در موقعی که ولتاژ

زیادی شبکه را تهدید می کند، مدار فیوز به کمک جرقه بسته میشود و شبکه مستقیماً با زمین ارتباط برقرار میکند.

طرح زمین الکتریکی :

زمین الکتریکی مربوط به قسمتی از تأسیسات است که متعلق به مدار الکتریکی است مثل زمین کردن نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور، زمین کردن سلف زمین، زمین کردن نقطه صفر ژنراتور به کمک مقاومت و یا بدون مقاومت و زمین کردن یکطرف سیم پیچی زکوندر ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و غیره.

اصطلاحاتی که در زمین کردن بکار می رود :

زمین : زمین در این مبحث به معنی نوع و جنس زمین است، مثل خاک رس ، ماسه ، شن ، سنگ لاش ، باتلاق ، مرداب و غیره.

میل زمین (زمین کننده) : میل زمین عبارت است از هادی یا فلزی به هر شکل (صفحه ای ، لوله ای ، طنابی ، پروفیل) که در زمین چال می شود و با زمین ارتباط برقرار می کند و ما به آن در این مبحث به اختصار میل می گوئیم.

زمین همسطح : عبارت است از قسمتی از سطح زمین که بین نقاط مختلف آن در اثر عبور جریان از زمین اختلاف پتانسیل محسوسی ایجاد نمی شود. زمین همسطح تقریباً 20 متر

میل فرمان : عبارت است از سیم یا مفتول یا صفحه فلزی که مربوط به زمین کننده است و رای تنظیم افت پتانسیل و کوچک کردن ولتاژ تماسی خطرناک به کار می رود.

سیم زمین : عبارت است از سیم رابط میان زمین کننده (میل) و زمین شونده.

روشهای اجرای ارت یا زمین حفاظتی :

۱- زمین عمقی :

در این روش که یک روش معمول می باشد از چاه برای اجرای ارت استفاده می شود.

۲- زمین سطحی:

در این روش سیستم ارت در سطح زمین (برای مناطقی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد) و یا در عمق حدود ۸۰ سانتیمتر اجرا می گردد.

اجرای ارت به روش عمقی :

۱- انتخاب محل چاه ارت :

چاه ارت را باید در جاهایی که پایین ترین سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت حتی الامکان در عمق کمتری وجود داشته باشد و یا در نقاطی که بیشتر در معرض رطوبت و آب قرار دارند مانند زمینهای چمن ، باغچه ها و فضاهای سبز حفر نمود.

۲- حفر چاه ارت

با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه چاهی با عمق مناسب و در مکان مناسب (با توجه با راهنمای انتخاب محل چاه ارت) حفر می گردد .

۳- عمق چاه

با توجه به مقاومت مخصوص زمین ، عمق چاه از حداقل ۴ متر تا ۸ متر و قطر آن حدوداً ۸۰ سانتیمتر می تواند باشد.

۵- اتصال سیم به صفحه مسی

اتصال سیم به صفحه مسی بسیار مهم می باشد و هرگز و در هیچ شرایطی نباید این اتصال تنها با استفاده از بست ، دوختن سیم به صفحه و یا ... برقرار گردد. بلکه حتما باید سیم به صفحه جوش داده شود و برای استحکام بیشتر با استفاده از ۲ عدد بست سیم بسته شده و محکم گردد.

برقگیر و انواع آن

مقدمه :برق گیر بعنوان وسیله حفاظتی محدود کننده ضربه برای حفاظت تجهیزات سیستم های قدرت در برابر اضافه ولتاژ ها استفاده می شود.

ویژگی های یک برقگیر :

* محدود کننده ؛ اضافه ولتاژ های گذرا (ولتاژ هایی که باعث تخریب تجهیزات شبکه می شوند)

* عملکردی بدون آسیب پذیری و تکرار به دفعات

* اتصال بصورت موازی با وسیله تحت حفاظت

* انتقال موج اضافه ولتاژ به زمین

عامل های اضافه ولتاژ در سیستم:

اضافه ولتاژ بوجود آمده در سیستم می تواند دو عامل داشته باشد.

عامل خارجی : که خارج از شبکه قدرت وجود دارد مثل صاعقه

عامل داخلی : که در اثر اختلالات در شبکه و مواردی نظیر سوئیچینگ ، اتصال کوتاه ممکن است پیش بیاید.

اضافه ولتاژ های خارجی : سیستمهای قدرت اغلب در معرض اضافه ولتاژ هایی هستند که مبدانشان تخلیه ای جوی است. چنین اضافه ولتاژ هایی ، اضافه ولتاژ های خارجی یا صاعقه نامیده می شوند.

اضافه ولتاژ های داخلی : که ناشی از بروز اختلال یا قطع و وصل در سیستم می باشد.

اضافه ولتاژ های داخلی را می توان به قسمت های زیر تقسیم کرد :

اضافه ولتاژ های موقت فرکانس قدرت : اضافه ولتاژ هایی هستند که بواسطه عواملی نظیر قطع بار ، اتصال

کوتاه تکفاز به زمین ایجاد می شود. بازه زمانی این اضافه ولتاژ در حد دقیقه یا ساعت می باشد.

اضافه ولتاژ های کلید زنی : این اضافه ولتاژها بواسطه کلید زنی یا ورود و خروج بارهای بزرگ ایجاد می شود. بازه زمانی آنها در حد چند ده میلی ثانیه می باشد.

خصوصیات تجهیزات حفاظتی در مقابل اضافه ولتاژ:

-در مقابل ولتاژ شبکه هیچ عکس العملی نشان ندهند.

-در مقابل اضافه ولتاژ های بوجود آمده سریعاً عکس العمل نشان دهند.

-قابلیت عبور جریان زیاد ضربه را داشته باشند.

-پس از رفع اضافه ولتاژ و رساندن ولتاژ به مقدار نامی ، عبور جریان از برقگیر قطع شود.

-از نظر اقتصادی به صرفه باشد.

انواع برقگیر ها

-برقگیر میله ای

-برقگیر سیلیکون کارباید (SiC)

-برقگیرهای اکسید فلزی (ZnO)

-برقگیر میله ای

این نوع برقگیر به صورت دو الکتروود یا دو شاخک هستند که متناسب با ولتاژ، در فاصله معین بین هادی و زمین قرار میگیرد. و در صورت بروز اضافه ولتاژ ف بین آنها قوس الکتریکی برقرار می شود. این قوس باعث اتصال کوتاه گردیده از اضافه ولتاژ جلوگیری می کند.

مزیت :

- ارزان بودن و سادگی ساختار

معایب :

- تداوم عبور جریان به زمین حتی پس از حذف اضافه ولتاژ

- افت شدید ولتاژ به خاطر اتصال کوتاه شده فاز در لحظه عبور جریان از جرقه گیر

- تحت تاثیر قرار گرفتن عملکرد آن با شکل موج اضافه ولتاژ و همچنین شرایط محیطی

(فشار ، آلودگی ، رطوبت ،)

- دارای تاخیر زمانی متناسب با اضافه ولتاژ

برقگیر سیلیکون کارباید (SiC)

این برقگیرها از ترکیب سری فواصل هواغیی با مقاومت ساخته می شوند و برخلاف جرقه گیرها، پس از عمل کردن آنها ، شبکه قدرت قابلیت بازگشت به حالت اولیه را خواهد داشت.

به صورت سری با V-I برقگیر سیلیکون کارباید شامل یک مقاومت سیلیکون کارباید با مشخصه غیر خطی یک فاصله هوایی می باشد.

-برقگیرهای اکسید فلزی (ZnO)

این برقگیر دارای بلوک هایی با مقاومت الکتریکی غیر خطی و از جنس اکسید فلزات می باشند از آنجا که نیز ZnO تشکیل می دهد ، به آنها برقگیرهای ZnO ۹۵٪ از مواد تشکیل دهنده بلوک ها را اکسید روی (گفته می شود.

مزیت :

- تاخیر زمانی خیلی کم
- امکان موازی کردن
- برگشت طبیعی به وضعیت اولیه
- دارای سطح حفاظتی خیلی خوب
- دارای جریانهای نشتی پایین در شرایط کار نامی سیستم

معایب :

- تغییر مقاومت بر اثر درجه حرارت

مقره

مقدمه: یکی از اجزاء مهم شبکه های فشار قوی ، مقره ها می باشد که بر حسب ولتاژ مورد استفاده و شرایط محیطی از نظر آلودگی و رطوبت ، شکل خاصی به خود می گیرند.

تعریف مقره: مقره به وسیله ای گفته می شود که دارای مقاومت الکتریکی بالایی بوده و بین هادی های برق دار و سازه های نگه دارنده قرار می گیرد. مقره علاوه بر عایق نمودن هادی نسبت به پایه (و همچنین نسبت به زمین) ارتباط مکانیکی هادی و زمین را نیز تشکیل می دهد.

وظایف مقره ها در شبکه ها : ۱. تحمل وزن هادی های خطوط انتقال و توزیع

۲. عایق بندی هادی ها و زمین و بین هادی ها با یکدیگر

خصوصیات مقره ها

۱. استقامت الکتریکی بالا.

۲. استقامت مکانیکی بالا.

۳. عاری از ناخالصی و حفره های داخلی.

۴. استقامت در برابر تغییرات درجه حرارت و عدم تغییر شکل در اثر تغییر دما (با توجه به ضریب انبساط حرارتی که بایستی کم باشد).

۵. ضریب اطمینان بالا.

۶. ضریب تلفات عایقی کم.

۷. در برابر نفوذ آب و آلودگی ها مقاوم باشد.

جنس مقره ها

۱. کائولین یا خاک چینی $AL_2O_3-2SiO_2-2H_2O$ به مقدار ۴۰ تا ۵۰ درصد.

۲. سیلیکات آلومینیوم (فلداسپات) $K_2O-AL_2O_3-6SiO_2$ به مقدار ۲۵ تا ۳۰ درصد.

۳. خاک کوارتز SiO_2 به مقدار حداکثر ۲۵ درصد.

شکست الکتریکی در مقره ها

۱. سوراخ شدن مقره (شکست الکتریکی داخل بدنه مقره)

۲. جرقه سطحی مقره

انواع مقره ها

۱. مقره های خطوط هوایی

۲. مقره های اتکایی

۳. مقره های عبوری یا پوشینگ ها

انواع مقره های خطوط هوایی

الف) مقره های سوزنی (میخی)

ب) مقره های آویزان (در مقره های خطوط هوایی)

پ) مقره های سنتی

د) مقره های مهار

ه) مقره های استوانه ای

ز) مقره چرخی

ولتاژ نامی مقره: در شبکه های ۲۰ کیلو ولت ، ضریب اطمینان هوای خشک مقره های میخی برابر ۶ و برای هوای مرطوب به مقدار ۴ است. همچنین در شبکه های ۱۱ KV این ضریب در هوای خشک برابر ۸/۲ و برای هوای مرطوب به مقدار ۵ است.

آزمایش مقره های خطوط هوایی: به طور کلی سه دسته آزمایش بر روی مقره ها انجام می گیرد:

۱. Type Test: که فقط روی سه عدد مقره انجام می گیرد و صرفاً به خاطر بررسی مشخصات الکتریکی یک مقره است که اساساً بستگی به شکل مقره و جنس و ابعاد آن به طور کلی به طراحی مقره بستگی دارد

۲. Sample Test (آزمایش های نمونه): این آزمایش ها بر روی تعدادی از مقره ها که به صورت کاملاً اتفاقی انتخاب می شوند ، انجام می گیرد و به منظور بررسی مشخصات مقره و کیفیت موارد مورد استفاده در آن ها است و در حقیقت معیاری برای پذیرش کیفیت مقره های تولیدی یک تولید کننده است.

۳. Routine Test (آزمایش های سری): این آزمایش ها بر روی تک تک تمام مقره های تولید شده در خط تولید شده در خط انجام می گیرد و به منظور خارج شدن مقره هایی که احتمالاً در جریان ساختن آن اشکالی به وجود آمده می باشد. بدین طریق مقره های کاملاً معیوب از خط تولید خارج می شوند.

آزمایش هایی که بر روی مقره های نمونه انتخاب شده انجام می گیرند ، عبارتند از:

۱- بررسی سیستم قفل و بست.

۲- کنترل مقدار وزن مقره ها و ابعاد قسمت های مختلف آن ها.

۳- آزمایش سیکل حرارتی.

۴- آزمایش حداکثر تحمل بار الکترومکانیکی (فقط روی مقره های شیشه ای).

۵- آزمایش حداکثر تحمل بار مکانیکی.

۶- آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره های شیشه ای).

۷- آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن (فقط برای مقره های نوع B).

۸- آزمایش تخلخل (وجود حفره) (فقط برای مقره های چینی).

۹- آزمایش میزان گالوانیزه بودن قسمت های فلزی مقره.

شرح آزمایش

۱- بررسی سیستم قفل و بست

۲- کنترل ابعاد مقره (Verification Of Dimensions)

الف) اندازه گیری وزن مقره های نمونه و متوسط گیری به عنوان وزن مقره.

ب) اندازه گیری قطر خارجی مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.

ج) اندازه گیری ارتفاع مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.

د) اندازه گیری فاصله خزشی مقره (Creep Age Distance).

ه) کنترل قطر حفره کلاهک و قطر پین فلزی مقره با اشل های استاندارد (اشل هایی که باید داخل حفره بروند یا از قطر پین بگذرند و اشل هایی که نباید بگذرند).

۳- آزمایش سیکل حرارتی (Temperature Cycle Test)

۴- آزمایش تحمل بار الکترومکانیکی (Electromechanical Failing Load Test)

۵- آزمایش تحمل حداکثر بار مکانیکی (Mechanical Failing Load Test)

۶- آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره های شیشه ای)

۷- آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن مقره (Pun Chore Tesr)

۸- آزمایش تخلخل (فقط برای مقره های چینی) Poorsity Test

۹- آزمایش میزان گالوانیزاسیون قسمت های فلزی (Galvanizing Test)

تست های معمول مقره ها (Routine Test)

۱- بررسی وضعیت ظاهری مقره ها از نظر شکل و ابعاد و رنگ ظاهری آن ها.

۲- آزمایش های مکانیکی

۳- آزمایش الکتریکی

معیارهای الکتریکی گزینش مقره ها :

۱_ اضافه ولتاژهای داخلی ۲_ اضافه ولتاژهای خارجی ۳_ نسبت اضافه ولتاژ به ولتاژ به مجاز ۴_ شرایط محیطی
۵_ آلودگی محیط ۶_ کرونا ۷_ بار مکانیکی

آنالیز خطوط انتقال DC و بررسی انواع هوایی وزمینی آن

مزایای استفاده از خطوط HVDC:

۱- در خطوط HVDC فقط به ۲ هادی نیاز است که یکی با ولتاژ مثبت نسبت به زمین و دیگری با ولتاژ منفی نسبت به زمین است.

۲- قابلیت اعتماد در خطوط HVDC بیشتر از خطوط HVAC است؛ زیرا با وقوع خطا در یکی از دو هادی خط، هنوز هم میتوان قدرت انتقالی را بدون هیچ گونه مشکلی از طریق هادی دیگر منتقل نمود.

۳- خط HVDC نیاز به فضای کمتری نسبت به خط HVAC مشابه دارد (به دلیل کمتر بودن تعداد هادی نسبت به حالت AC) و در نتیجه نیاز به پایه های کوچکتری است، بنابراین هزینه نصب خطوط هم کاهش می یابد.

۴- مسئله حفظ سنکرونیزم بین دو سیستم AC که به وسیله یک خط HVDC به هم متصل شده اند، وجود ندارد.

۵- عدم نیاز به کنترل فرکانس مشترک در شبکه

۶- استفاده از زمین به عنوان سیم برگشت

طبقه بندی خطوط HVDC:

۱- خطوط تک قطبی Monopolar

۲- خطوط دو قطبی Bipolar

۳- خطوط هم قطبی Homopolar

۴- خطوط پشت به پشت back-to-back

کاربردهای سیستم انتقال HVDC :

۱- کابلهای زیر دریایی طولانی تر از 30KM

۲- ارتباط هماهنگ (Asynchronous) بین دو سیستم جریان متناوب که به علت مسائل پایداری یا اختلاف در فرکانس های اسمی دو سیستم، استفاده از خطوط جریان متناوب عملی نیست.

۳- انتقال مقادیر زیاد توان در مسافتهای طولانی به وسیله خطوط هوایی که در مسافتهای بالاتر از 600km، انتقال HVDC رقیبی برای انتقال جریان متناوب به شمار می رود.

کاربردهای ولتاژ فشار قوی DC :

۱- انجام کارهای تحقیقاتی و مطالعاتی روی عایق ها ۲- در فیزیک برای شتاب دهنده ها

۳- در پزشکی برای تولید اشعه X ۴- در مخابرات برای ایستگاه های پخش تلویزیونی.

۵- برای آزمایش کابلهای فشار قوی AC یا طول زیاد

مشکلات خطوط HVDC :

۱- مبدل های گران قیمت

۲- توان راکتیو در خواستی

۳- تولید هارمونیک ها

۴- مشکل در کلید های قدرت

۵- مشکلات در تبدیل سطوح ولتاژ

اجزای سیستم انتقال HVDC :

۱- مبدلها AC به DC و بالعکس

۲- راکتورهای هموار ساز

۳- فیلترهای هارمونیک

۴- منابع توان راکتیو

۵- الکترودها

۶- خطوط جریان مستقیم

۷- کلیدهای جریان متناوب

برج ها در خطوط DC :

ابعاد و ظرفیت (و در نتیجه وزن) برج به عوامل مختلفی بستگی دارد که می توان برخی از آنها را چنین برشمرد:

۱- شکل برج

۲- نیروهای وارد بر برج

۳- شرایط جوی و محیطی مورد استفاده برج

۴- حداقل فاصله مجاز هادی از برج (طول کراس آرم)

۵- حداقل فاصله مجاز هادی از زمین (ارتفاع برج)

۶- مسائل اقتصادی و ضریب اطمینان سیستم.

تعیین پارامترهای ابتدا و انتهای خطوط با اولویت اقلیم شناسی

اولین گام در طراحی و انتخاب مسیر خط جمع آوری و مطالعه اطلاعات فنی موجود منطقه مانند نقشه های توپوگرافی پوششی کشور، نقشه های موضعی، عکسهای هوایی، نقاط مبنای مسطحاتی و ارتفاعی تصاویر ماهواره ای و... می باشد. براساس اینگونه مدارک و کسب اطلاعات از مدارک فنی ضروری دیگر که متناسب با نیازهای انتخاب مسیر منطقه باشد مسیرهای مختلفی مورد بررسی قرار می گیرد و یا روی نقشه و یا فتو موزائیک عکسهای هوایی منعکس می شود.

به دلیل اینکه پایه برجهای خطوط انتقال نیرو و همچون سایر سازه ها در داخل زمین قرار می گیرند لذا بررسی و مطالعه زمین شناسی محل پایه برجها از اساسی ترین مطالعات طراحی خطوط می باشد بررسی ها و مطالعات زمین شناسی یک خط نیرو در واقع در مرحله مسیریابی آن آغاز می شود. پس از تعیین نقاط اصلی مسیر اولیه حضور یک نفر کارشناس خبره زمین شناسی در تیم مسیریابی الزامی است. کارشناس زمین شناسی از دیدگاه مسائل تخصصی خود مسیر را که پس از تایید مهندس طراح خط و نقشه بردارانجام میگیرد مورد ارزیابی و بررسی قرار می دهد. ونکات لازم را در ارتباط با عوارض زمین شناسی و تاثیر آنها بر اجرا و یاپس از اجرا و به هنگام بهره برداری خط یاد آور می کند. و به شناسایی عوارض زمین شناسی می پردازد. که عبارت است از شناسایی زمین های لغزشی و یا مستعد لغزش تا محدوده حداقل ۵۰۰ متری از محور خط انتقال به طرفین - شناسایی و بررسی ارتفاعات و دامنه های مشرف بر محدوده مسیر - شناسایی زمین های رسی - شناسایی گسل های موجود در مجاورت خط - شناسایی تقاطع تجمع و انباشت برف و یخ و یا نقاط احتمالی سقوط بهمین در مسیر خط - شناسایی جهت وزش بادهای شدید. پس از شناسایی این پارامترها کارشناس زمین شناسی راه حل مناسب را ارائه میدهد.

شناخت و بررسی مسیر برای ما از نظر طبقه بندی عمومی دارای مشخصه های زمین شناسی می باشد که مسیر خط از نقطه نظر نوع فونداسیون ها و نحوه گود برداری از دیدگاه اجرایی است. این تقسیم بندی براساس سهولت و سختی کار و نیز ابزار مورد نیاز برای اجرا صورت میگیرد. تقسیم بندی ها به موارد زیر خلاصه میشوند.

الف) زمین های سنگی که خود به دو گونه است: ۱- زمین های سنگی ضعیف ۲- زمین های سنگی سخت

که هر کدام محاسبات جداگانه ای دارند.

ب) زمین های آبرفتی که به چهارنوع تقسیم می شوند: ۱- زمینهای خاکی خوب ۲- زمین های خاکی با مقاومت متوسط درمقابل ریزش دیواره ها یا خاک ضعیف ۳- زمین های خاکی سست وریزشی یا خاک خیلی ضعیف ۴- زمین های خاکی با سطح آب زیرزمینی بالا

مسیر خط با توجه به اینکه از شرایط اقلیمی متفاوتی عبور خواهد کرد پس نیاز است از لحاظ شرایط اقلیمی نیز خط مورد بررسی قرار گیرد.

عبور خط از مناطق کوهستانی- عبور خط از مناطق تپه ماهور- عبور خط از مناطق دشت و بیابانی- عبور خط از مناطق بازمین هایی با مقاومت مکانیکی پائین مانند زمینهای باتلاقی- عبور خط از مناطق جنگلی- عبور خط از مناطق آلوده- عبور خط از مناطق شهری

عبور خط از هر کدام از مناطق ذکر شده دارای معایب و مزایایی هستند و برای هر کدام از مناطق باید خط طبق استانداردهای آن مناطق احداث شود.

رعایت مسائل فنی و اقتصادی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از مسائلی که در این زمینه بسیار مهم هستند عبارتند از

سهولت دسترسی به مسیر خط به هنگام اجرا و نگهداری خط- در نظر داشتن قابلیت های مکانیکی و الکتریکی برج ها- انتخاب مناسب نقاط زاویه کم که هم از نظر محل استقرار دکلهای زاویه و اجرا مناسب باشد هم از نظر استقرار تجهیزات و وسایل دکل بندی و سیم کشی

- در نظر گرفتن عوامل طبیعی مانند سیل و رانش و نشست زمین، ریزش کوه و...- دسترسی به منابع آب و مصالح- اتمام پروژه در مدت زمان مورد نیاز مطابق با برنامه زمانبندی- صرفه اقتصادی پروژه

یکی از عوامل مهمی که ممکن است باعث بروز تاخیر و بالطبع افزایش غیر مستقیم هزینه های احداث خطوط نیرو گردد داخل مسیر خط با حریم تاسیسات و طرحهای عمرانی است. در چنین مناطقی عبور خط از حریم دیگر تاسیسات نیاز به اخذ مجوز و صرف زمان دارد و در صورت عدم اخذ مجوز مجبور به تغییر مسیر خطوط خواهیم بود باید در هنگام طراحی خط مسائلی که باعث تاخیر در اجرای پروژه میشود نیز ملاحظه شود. مواردی که در این مورد باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از

تعدادی از تاسیسات و مناطقی که عبور خط از حریمهای آنان موجب کندی پروژه می گردد به شرح ذیل می باشند:

جاده های کشور (موجود و آینده) - حوالی فرودگاهها - مسیرهای موازی با لوله های گاز - ایستگاههای رادیویی و تلویزیونی - ایستگاههای مخابراتی - مسیرهای موازی با شبکه های مخابراتی کشور - مناطق نظامی پس از تثبیت محور خط انتقال نیرو به روی زمین و ترسیم آن به روی نقشه های کوچک مقیاس موجود (ROUTE MAP) عملیات صحرائی توسط اکیپ نقشه بردار جهت انجام موارد زیر به اجرا در می آید. مواردی زیر باید در نقشه پلان پروفیل یا توپوگرافی آورده شود.

تعیین محل دقیق نقاط (نقاط شکست) - تعیین نوع و محل عوارض طبیعی و مصنوعی موجود در محور و حریم مسیر - اندازه گیری مقدار زوایا در نقاط شکست - تعیین فاصله بین نقاط شکست - تقاطع با خطوط مخابراتی - تقاطع با جاده ها و راهها - تقاطع با لوله های نفت، گاز، آب و دیگر موارد مشابه - تقاطع با رودخانه - مسیل - آبرفتها و قناتها پس از تثبیت مسیر اصلی گروه مسیریاب نسبت به شناسائی معارضین و مالکین زمینهای که خط انتقال نیرو از آنها عبور خواهد کرد پس از تثبیت مسیر اصلی گروه مسیریاب نسبت به شناسائی معارضین و مالکین زمینهای که خط انتقال نیرو از آنها عبور خواهد کرد اقدام نموده و اطلاعات خود از جمله طرحهای عمرانی یا کشور را در اختیار دایره حقوقی کارفرما جهت مذاکره با صاحبان اراضی قرار می دهند.



استفاده مخابراتی از خطوط انتقال نیرو و بکارگیری PLC

از آنجایی که ارتباط صوتی بین پست های فشار قوی باید در بستری امن صورت گیرد سیستم PLC وظیفه مدوله کردن سیگنال صوتی بر روی خط فشارقوی و تفکیک آن از فرکانس ۵۰ هرتز شبکه و عدم داخل شدن سیگنال ۵۰ هرتز را به عهده دارد، محدوده کاری معمولاً ۳۰۰-۵۰۰ هرتز است، یکی از مهمترین ویژگی های استفاده از سیستم PLC، عدم نیاز به ایجاد شبکه جدید برای تبادل اطلاعات و استفاده از شبکه الکتریکی موجود می باشد. این تکنولوژی به خاطر برخورداری از مزایایی همچون عدم اتلاف هزینه و زمان برای ساخت کانال مخابراتی جدید، می تواند انتخابی مناسب در بازار سرویس های با پهنای باند وسیع باشد. از طرفی با توجه به اینکه بخش بزرگی از یک شبکه الکتریکی را قسمت فشار ضعیف تشکیل می دهد، این فناوری یکی از بهترین روش ها از لحاظ پوشش جغرافیایی می باشد.

PLC از سالها قبل در خطوط فشار قوی (400KV, 230KV, 132KV, 63KV) برای اهداف کنترلی و حفاظتی بین نیروگاهها و پست های فشار قوی و مراکز کنترلی (دیسپاچینگ) استفاده می شود.

انواع PLC:

- PLC با سرعت کم (2400 bps) که در خطوط توزیع فشار ضعیف و متوسط برای کاربردهای حفاظتی، اندازه گیری مصرف انرژی از راه دور و اتوماسیون تجهیزات خانگی از راه دور استفاده می شود.
- PLC با سرعت متوسط (حداکثر تا 64 Kbps) که در خطوط توزیع فشار متوسط و فشار قوی برای کاربردهای حفاظتی، کنترل نیروگاهها از راه دور و ارتباط پست ها و نیروگاهها استفاده می شود.
- PLC با سرعت بالا (بیش از 1Mbps) که در خطوط توزیع فشار ضعیف و متوسط برای کاربردهایی مثل انتقال اطلاعات صوتی و تصویری، اینترنت و ارتباط بین شرکت ها استفاده می شود.

مزایای سیستم PLC :

- به دلیل استفاده از خطوط برق، نیاز به نصب مسیر ارتباطی نبوده که این به معنای عدم اتلاف هزینه و زمان برای ساخت کانال ارتباطی جدید می باشد.

- سیستم PLC از جمله محیط‌های مخابراتی در صنعت برق می‌باشد که کاملاً مستقل بوده و مدیریت و کنترل آن در دست شرکت‌های برق می‌باشد.
- محیط مخابراتی PLC از نوع کابلی یا سیم هوایی بوده و در صورت بروز خطا محل آن براحتی قابل ردیابی و شناسایی است.
- دسترسی به هر نقطه شبکه توزیع در هر زمان میسر بوده و شبکه مخابراتی به موازات آن قابل گسترش است. بنابراین توسعه شبکه PLC دارای پیچیدگی نمی‌باشد.
- سیستم PLC سرعت قابل قبولی در بخش ولتاژ ضعیف و سیستم خانگی دارد (با توجه به انتخاب پهنای باند زیاد در این سطوح). در کاربردهایی که از PLC در بخش ولتاژ ضعیف استفاده می‌شود، با توجه به اینکه فواصل ارسال سیگنال کم می‌باشد، می‌توان به سرعت بالایی برای تبادل اطلاعات دست یافت.
- هزینه تعمیر و نگهداری PLC نسبتاً پایین بوده، به گونه‌ای که معمولاً پس از نصب آنها نیازی به سرویس‌های دوره‌ای خاصی نمی‌باشد.

معایب سیستم PLC :

- تغییرات امیدانس.
- تضعیف زیاد در مسیر ارتباطی و ایجاد امواج ساکن در طول مسیر.
- وجود نویز ایمپالس تصادفی و یکنواخت.
- تداخل از منابع خارجی مجاور خطوط فشارقوی.
- تعداد شاخه‌های زیاد.
- سرعت کم انتقال اطلاعات در سطح ولتاژ متوسط (با توجه به انتخاب پهنای باند کم در آن سطح).
- هزینه بالای مبدل و مودم‌های PLC.

کاربردهای سیستم PLC :

- کنترل تجهیزات خانگی
- شبکه سازی خانگی
- دسترسی به اینترنت
- پخش برنامه های رادیویی
- تلفن
- اندازه گیری خودکار
- مدیریت تقاضا
- پیشبینی و مدیریت بار
- کنترل از راه دور ایستگاههای مبدل های توزیع
- تحلیل اضافه بار مبدل های توزیع
- سنجش از راه دور (پارامترهای الکتریکی مختلفی همچون؛ ولتاژ، جریان، توان و ...)
- برطرف کردن عدم تعادل فازهای شبکه با فرمان مستقیم به کلیدهای مربوطه
- تشخیص خرابیها و مشکلات شبکه از راه دور
- مشخص سازی علت خرابی
- تشخیص سرقت دسترسیهای غیر مجاز به شبکه

نتیجه گیری :

با توجه به مباحث گفته شده میتوان نتیجه گیری کرد که از آنجایی که ارتباط صوتی بین پست های فشار قوی باید در بستری امن صورت گیرد سیستم plc وظیفه مدوله کردن سیگنال صوتی بر روی خط فشارقوی و تفکیک آن از فرکانس ۵۰ هرتز شبکه و عدم داخل شدن سیگنال ۵۰ هرتز را به عهده دارد، محدوده کاری معمولا ۳۰۰-۵۰۰ هرتز است و در بین مزایای این فناوری در سطح فشار متوسط و فشار ضعیف که باعث شده به یکی از تکنولوژی ها برای دسترسی به اینترنت مبدل شود موارد زیر را اشاره کرد:

○ استفاده از زیر ساخت های موجود (شبکه فعلی برق) که اجازه میدهد پوشش بسیار بیشتری نسبت به دیگر تکنولوژی ها داشته باشد.

○ گسترش و نصب سریع، آسان و ماژولار.

○ نصب سریع و آسان تجهیزات خانگی.

چکیده جبرانسازی با انواع ادوات الکترونیک قدرت در خطوط انتقال نیرو

امید آبادی

درس طراحی خطوط و انتقال هوایی

در حال حاضر انواع مختلفی از ادوات FACTS در سیستم های قدرت به کار می رود که مشهورترین آنها عبارتند از:

- SVC : جبرانساز Var استاتیک

- TCSC : خازن سری کنترل ترستوری

- PST (PAR) : ترانسفورماتور شیفتهنده فاز (تنظیم کننده زاویه فاز)

- STATCOM : جبرانساز استاتيك

- SSSC : جبرانساز سري سنكرون استاتيك

- UPFC : كنترل‌كننده يکپارچه توان

- IPFC : كنترل‌كننده توان بين خطوط

CSC : جبرانساز استاتيك تغيير پذير

SVC يكي از مهمترين عناصر FACTS است كه سالهاست به دليل مزيت فني و اقتصادي در حل مساله ديناميك ولتاژ مورد استفاده قرار مي‌گيرد. دقت، دسترس پذيري و پاسخ سريع SVC در مقايسه با جبرانگرهاي موازي كلاسيك آنرا به وسيله‌اي بسيار كارآمد در كنترل ولتاژ حالت گذرا و حالت ماندگار تبديل نموده است

مهمترين كاربردهاي SVC عبارتند از :

- تثبيت ولتاژ در شبکه‌هاي ضعيف،

- کاهش تلفات انتقال،

- افزايش ظرفيت انتقال توان،

- افزايش ميرايي اغتشاشات كوچك،

- بهبود پايداري ولتاژ،

- حذف نوسانات توان.

رايج‌ترين انواع SVC با توجه به عناصر به‌كاررفته در ساختمان آنها به شرح زير است:

- راکتور کنترل تريستوري TCR،

- خازن سويچ تريستوري TSC،

- راکتور سويچ تريستوري TSR،

- خازن سويچ مكانيكي MSC.

خازن‌هاي سري کنترل تريستوري همان خازن‌هاي سري معمولي هستند كه با اضافه‌کردن راکتور کنترل‌شونده تريستوري توسعه داده شده‌اند.

اساس عملکرد STATCOM مشابه كندانسور سنكرون است. از آنجا كه در ساخت اين وسيله از ادوات الكترونيك قدرت استفاده مي‌شود به آن جبرانساز استاتيك مي‌گويند. مبدل‌هاي به‌كاررفته در اين جبرانساز توان راکتيو موردنياز را بطور محلي (در محل اتصال STATCOM به شبکه) تأمين کرده و خروجي آن بطور پيوسته قابل تنظيم مي‌باشد،

مهمترين كاربردهاي STATCOM به شرح زير است:

- كنترل ديناميكي ولتاژ،

- بهبود پايداري گذرا،

- حذف نوسانات توان در شبکه انتقال،

- كنترل توان حقيقي و راکتيو.

يك مبدل منبع ولتاژ سنكرون است كه بطور سري با سيستم انتقال قرار مي‌گيرد و از لحاظ عملکرد مشابه PST است. توان حقيقي موردنياز SSSC جهت تبادل با شبكه قدرت از سوي يك منبع انرژي DC (باتري يا خازن كه در سمت DC مبدل قرار دارد) تأمين مي‌گردد.

UPFC از اتصال STATCOM و SSSC پديد مي‌آيد. بخش‌هاي سري و موازي در UPFC مشتركاً با يك خازن DC تغذيه مي‌شوند. از لحاظ توانمدي UPFC كليه اعمال جبران‌سازي سري و موازي را با هم انجام مي‌دهد و مي‌تواند بطور پيوسته زاويه فاز، امپدانس و دامنه ولتاژ را كنترل كند و بنابر اين توان حقيقي و راکتيو خط انتقال را مستقلاً كنترل كند.

بطوركلي مي‌توان انواع PST را در دو گروه جاي داد. در گروه نخست از سويچ‌هاي مكانيكي و قطعات متحرك استفاده مي‌شود و در گروه دوم سويچ‌هاي نيمه‌هادي و مبدل‌هاي الكترونيك قدرت جايگزين سويچ‌هاي مكانيكي شده است شيوه تنظيم ولتاژ خروجي در دو نوع PST مزبور متفاوت است.

سويچ‌هاي مكانيكي كه در انواع قديمي‌تر PST به كار مي‌رفتند دو اشكال عمده داشتند:

الف) كندي پاسخ به دليل وجود قطعات متحرك با اينرسي بالا.

ب) مشكلات مربوط به تعمير و نگهداري.

مزايای FACTS :

الف) استفاده موثر از تجهيزات موجود در سيستم انتقال

ب) افزايش قابليت اطمينان و دسترس‌پذيري سيستم انتقال

پ) افزايش پايداري گذرا و ديناميكي شبكه و کاهش گردش حلقوي توان

ت) افزايش كيفيت توان براي صنايع حساس

ث) مزايای زيست محيطي

كاربردهاي ادوات FACTS

كاربردهاي حالت ماندگار ادوات FACTS

كاربردهاي ديناميكي ادوات FACTS

انواع هادی های روکشدار و تحلیل شاخصه های مهم آنها

تعریف هادی های روکشدار :

مطابق تعریفی که استاندارد EN50397-1 ارائه داده ، هادیهای روکشدار تشکیل شده اند از یک هادی ، که بوسیله یک لایه از مواد عایقی پوشیده شده تا آنرا در مقابل تماس با هادیهای روکشدار دیگر و اجزای متصل به زمین از قبیل درختان و غیره محافظت نماید.

مهمترین دلیل استفاده از هادیهای روکشدار هوایی، کاهش قطعیهای کوتاه مدت و بلند مدت خطوط توزیع نیروی برق (افزایش قابلیت اطمینان شبکه) و در نتیجه کاهش انرژی توزیع نشده می باشد.

مزایا و معایب خطوط هوایی روکش دار

کاهش قطعیهای ناخواسته انرژی الکتریکی و کاهش میزان انرژی های توزیع نشده است، کاهش باند حریم خط و هزینه های آزاد سازی آن، کاهش ابعاد کراس آرم خطوط - کمپکت سازی خطوط - کاهش نشتی برق - برق دزدی از دیگر امتیازات آن است.

معایب: سرمایه گذاری اولیه بالاتر در مقایسه با خطوط هوایی کلاسیک، بدلیل استفاده از هادیهای روکشدار - کاهش طول اسپن، افزایش تعداد پایه ها و فونداسیونها در فواصل یکسان و در نتیجه افزایش هزینه های اولیه و ..

انواع هادی های روکشدار که در دنیا شناخته شده هستند:

▶ SAX از شرکت Pirelli فنلاند.

▶ PAS/BLX ساخت کمپانی های ABB و Rekka

▶ CC/CCT ساخت Midland metals overseas سنگاپور

▶ BLX و BLX-T کمپانی Amo kraft-AB سوئد. (نوع چند لایه)

▶ BLL ساخت Ericsson network tech سوئد. (نوع چند لایه)

▶ Spacer cables ساخت کمپانی Hendrix آمریکا

جنس هادیهای مورد استفاده، همانند هادیهای متداول در خطوط هوایی، بسته به شرایط ، آلومینیوم آلیاژی یا آلومینیوم تقویت شده با فولاد (ACSR) می باشد. با توجه به نصب هادیها بصورت هوایی و در

نتیجه قرار گرفتن در معرض نور خورشید و تغییرات جوی، روکش هادیها علاوه بر سبکی باید در برابر اشعه ماوراء بنفش (UV) نیز مقاوم باشد.

استاندارد های بین المللی هادی های روکشدار:

استاندارد جامعه اروپا تحت عنوان EN50397 - آمریکا عموماً استاندارد های جامع تحت سری استاندارد ANSI و ASTM و ICEA را داراست که شامل ساختمان و آزمون های هادی ها و پوشش پلیمری آنها است. امروزه استاندارد جامع اروپا Cenelec تحت عنوان EN50397 کامل ترین استاندارد برای هادیهای روکشدار هوایی است که در ایران نیز به عنوان استاندارد مرجع شناخته شده است.

تجربیات بین المللی در بکارگیری هادی های روکشدار

انگلستان : بکارگیری وسیع کابل های نوع SAX از تولیدات Pirelly فنلاند - نصب بالغ بر 20000 کیلومتر شبکه از نوع CC در انگلستان تا سال 2005

ایالات متحده آمریکا : آغاز بکارگیری از سال 1960 میلادی - مواجهه با پدیده Tracking و Vibration - استفاده گسترده از نوع Spacer cables

ژاپن : نصب اولین خط در جزیره کیوشو بطول 74 کیلومتر و ولتاژ 6.6 KV - روند کاهشی حوادث از سال 1965 آغاز شد.

مسائل مشترک در بکارگیری هادیهای

- فرو افتادن هادیها (Burn down of CC.) - مشکل خوردگی : (ناشی از صدمات هنگام نصب) - اشعه UV - Tracking (مناطق بسیار آلوده)

جنبه های اقتصادی بکارگیری هادیهای روکشدار :

ایمنی، قابلیت اطمینان بالا، کاهش تعداد خطاها، بهبود کیفیت عرضه، نیاز به نگهداری و بازرسی کمتر.

مرگ و میر ناشی از برخورد با خط از 0.0002 Km.Year برای شبکه سیمی طی 13 سال از بکارگیری CC به صفر رسیده است.

سبکتر شدن اجزای خط و در نتیجه فشرده تر شدن خط ، کاهش حریم ، کاهش درخت زنی ، کاهش تلفات انرژی.

