



* فصل هشتم
اضافه ولتاژها
(over voltage)





* فهرست *

(۱) مقدمه *

(۲) اضافه ولتاژهای موجی *

(۲-۱) اضافه ولتاژهای ناشی از تخلیه جوی یا رعدوبرق *

(۲-۲) اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی *

(۳) اضافه ولتاژهای موقت *

(۳-۱) اضافه ولتاژهای کوتاه مدت با دامنه زیاد *

(۳-۲) اضافه ولتاژهای بلند مدت با دامنه کم *



۱- مقدمه:

یکی از منابع اضافه ولتاژها را می توان خطوط انتقال انرژی دانست.

از عوارض ناشی از اضافه ولتاژها می توان به شکست ایزولاسیون وارد آمدن صدمه به تجهیزات - عمل کلیدها - قطعی خط و غیره اشاره نمود که هر یک از عوامل فوق اغلب خسارات سنگینی به دنبال دارند. لذا مطالعه و شناخت انواع اضافه ولتاژها و مشخصه های هر یک از آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بطور کلی می توان اضافه ولتاژها را به دو دسته تقسیم بندی نمود:

۱- اضافه ولتاژهای موجی

2- اضافه ولتاژهای موقت

۱- اضافه ولتاژهای موجی :

از مشخصه های اضافه ولتاژهای موجی می توان به شیب زیاد و زمان کوتاه آنها اشاره کرد. اصولاً عامل پیدایش اضافه ولتاژهای موجی یکی از دو عامل زیر می باشد.

- تخلیه جوی یا رعد و برق

- عملیات کلید زنی



۲-۱- اضافه ولتاژ های ناشی از تخلیه جوی یا رعد و برق

- از تخلیه جوی روی خط بوجود می آیند. هنگامی که اختلاف پتانسیل بین ابر و زمین (بالاترین نقطه ممکن) آنقدر بالا رود که دیگر هوای بین آندو قادر به تحمل این ولتاژ نباشد قوس الکتریکی تولید خواهد شد.
- در مدت تخلیه یک کانال یونیزه تولید می شود که کانال تخلیه جوی نام دارد و دارای امپدانس معادل ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم می باشد.
- در صورت اصابت صاعقه به برج های انتقال نیرو بار های الکتریکی از طریق کانال فوق بر روی برج تخلیه شده و پس از چند لحظه تخلیه تمام می شود.
- این بار ها بتدریج روی خط پخش شده و مانند موج پیش می رود ولی دامنه آن مرتبا کاهش می یابد. این موج حاصل جریان تخلیه جوی یا جریان موجی نام دارد.
- بر اساس استاندارد زمان پیشانی موج (تی ۱) مدت زمان است که موج از ۱۰ درصد به پیک یا قله موج می رسد و مقدار آن در تخلیه جوی حدود (۱-۲) میکروثانیه است.
- زمان نصف موج (تی ۲) نیز عبارت است از زمان لازم برای رسیدن جریان موجی از ۱۰ درصد به نصف مقدار پیک در قسمت انتهایی موج و مقدار آن در تخلیه جوی حدود (۴۰-۵۰) میکرو ثانیه است.
- مشخصه هر منحنی موجی را اغلب می توان تنها با ارائه شیب موج مورد نظر تعیین

$$\alpha = \frac{[KA]}{[\mu S]}$$

نمود. این شیب را با آلفا نشان می دهند که بصورت زیر بدست می



از حاصلضرب جریان موجی در امپدانس مسیر انتشار ولتاژ موجی حاصل خواهد شد. در صورت وجود سیم محافظ هوایی مسیر انتشار همان سیم شیلد با امپدانس زد است.

امپدانس موجی دارای فرکانس بسیار بالا می باشد. لذا اصطلاحاً امپدانس را که خط در قبال فرکانس بی نهایت ظاهر میکند را امپدانس موجی یا امپدانس مشخصه خط گویند و بصورت زیر بدست می آید:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \omega \rightarrow \infty$$

امپدانس مشخصه به شکل برج و نحوه قرار گرفتن هادیها و نوع آنها بستگی دارد و بین ۱۵۰ الی ۶۰۰ اهم می باشد. بعنوان مثال اگر جریان موجی دارای دامنه $I_m = 20 \text{ (kA)}$ و امپدانس موجی $Z_c = 300 \text{ (\Omega)}$ باشد، ولتاژ موجی 6000 (kV) خواهد بود.



بنابراین بخوبی پیداست که جهت کاهش دامنه ولتاژ موجی بهتر است امپدانس مسیر را کاهش داد.

$$U_w = Z_e \cdot I_w$$

به همین علت است که اغلب بجای یک سیم از دو سیم محافظ استفاده می کنند تا ولتاژ کمتری روی برج ظاهر شود. زیرا امپدانس معادل برج بصورت زیر بدست می آید:

که در آن:

Z_e : امپدانس معادل برج .

Z_g : امپدانس سیم محافظ هوایی.

Z_b : امپدانس بدنه برج .

و Z_t : امپدانس پای برج می باشد.

$$Z_e = \frac{1}{\frac{1}{2Z_g} + \frac{1}{Z_t} + \frac{1}{Z_b}}$$



معمولا ۹۰ درصد جریان موجی از طریق برج تخلیه شده و ۵ درصد به سمت چپ سیم شیلد و ۵ درصد بطرف راست سیم شیلد حرکت می کند.

البته موج حاصل از تخلیه جوی نمیتواند ناگهان به زمین منتقل شود و مدتی (لحظه ای بسیار کوتاه) روی برج می ماند و همین عامل موجب بالا رفتن ولتاژ می گردد. در صورتی که ولتاژ بوجود آمده بر ولتاژ شکست ایزولاسیون (زنجیره مقره) فائق آید هادیهای خط انتقال از طریق کانال قوس به بدنه برج متصل شده و قوس برگشتی بوجود می آید.

ای قوس که اصطلاحاً بی . اف . او نام دارد به علت دارا بودت شیب ۹۰ درجه بسیار خطرناک بوده و منجر به اتصال کوتاه فرکانس ۵۰ و عمل رله ها و در نتیجه قطعی خط خواهد گردید. منتهی این رله ها از نوع وصل مجدد اتوماتیک بوده و پس از مدت کوتاهی مجدداً خط را به طور اتوماتیک وصل می کنند و یقیناً این بار اضافه ولتاژ و اتصال کوتاه فرکانس ۵۰ مرتفع شده است.

هر زنجیره مقره در مقابل ولتاژ موجی یک منحنی (ولت - ثانیه) دارد و هر چه طول زنجیره مقره بلندتر باشد این منحنی بالاتر بوده و در نتیجه تحت ولتاژ بالاتری قوس برگشتی بی . اف . او خواهیم داشت. به عکس هر چه طول زنجیره مقره کمتر باشد تحت ولتاژ کمتری قوس داشته و لذا ولتاژ های کمتری نیز روی خط خواهند نشست.



بنابراین می توان نتیجه گرفت که با انتخاب طول زنجیره مقرر کوتاهتر در خطوط انتقال انرژی میتوان ولتاژهای تخلیه جوی کمتری را انتظار داشت.

ولی طول زنجیره مقرر را نمیتوان به دلخواه کم نمود و مقدار آن را ولتاژ خط انتقال و آلودگی منطقه تعیین می کند.

به این دلیل است که در خطوط با ولتاژهای بالا که از مناطق با آلودگی زیاد عبور می نماید دامنه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی که روی خط

می نشینند بسیار بالاست. شیب اضافه ولتاژهای حاصل از تخلیه جوی مابین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلو ولت بر میکروثانیه است. ضمناً مدت این اضافه ولتاژ

در حدود چند میکروثانیه می باشد و پس از آن عملاً انرژی خود را از دست می دهد.



* ۲-۲) اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی

در اثر قطع و وصل کلیدهای قدرت چه به صورت دستی و چه بطور اتوماتیک اضافه ولتاژهایی با شیب زیاد و دامنه کم بوجود می آید

- * که تحت عنوان اضافه ولتاژهای کلید زنی شناخته شده اند. از آنجا که مشخصه حاصل از اضافه ولتاژهای کلیدزنی مشابه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی بوده و در طول مسیر خود به صورت یک موج حرکت می کنند آنرا در ردیف ولتاژهای موجی محسوب می نمایند.
- * البته دامنه این اضافه ولتاژها کمتر اضافه ولتاژهای ناشی از تخلیه جوی بوده و زمان آن نیز در حدود چند میلی ثانیه می باشد.
- * شیب اضافه ولتاژهای حاصل از کلیدزنی بین $0/1$ تا 10 کیلووات بر میکروثانیه متغیر است.



* (۳) اضافه ولتاژهای موقت *

* شامل اضافه ولتاژهای فرکانس ۵۰ می باشد که خود به دو قسمت زیر طبقه بندی می گردد:

* (۳-۱) اضافه ولتاژهای کوتاه مدت با دامنه زیاد

* (۳-۲) اضافه ولتاژهای بلند مدت با دامنه کم



* (۳-۱) اضافه ولتاژهای کوتاه مدت با دامنه زیاد

- * این اضافه ولتاژها برای مدت کوتاهی بر روی تجهیزات ظاهر شده و دامنه آن به $1/5$ تا 3 برابر ولتاژ نامی می رسد. این اضافه ولتاژها اغلب در اثر اتصالیهای تکفاز اتفاق می افتد. اگر در یک سیستم سه فاز یک فاز زمین شود جریان اتصال برقرار و پس از چند دهم ثانیه کلیدهای طرفین خط عمل می نمایند اما در همین زمان کم ولتاژ فازهای سالم بالا می رود.
- * می گویند و با K_g این اضافه ولتاژ در فاز سالم نسبت به ولتاژ فازی را **ضریب زمین** نشان می دهند.

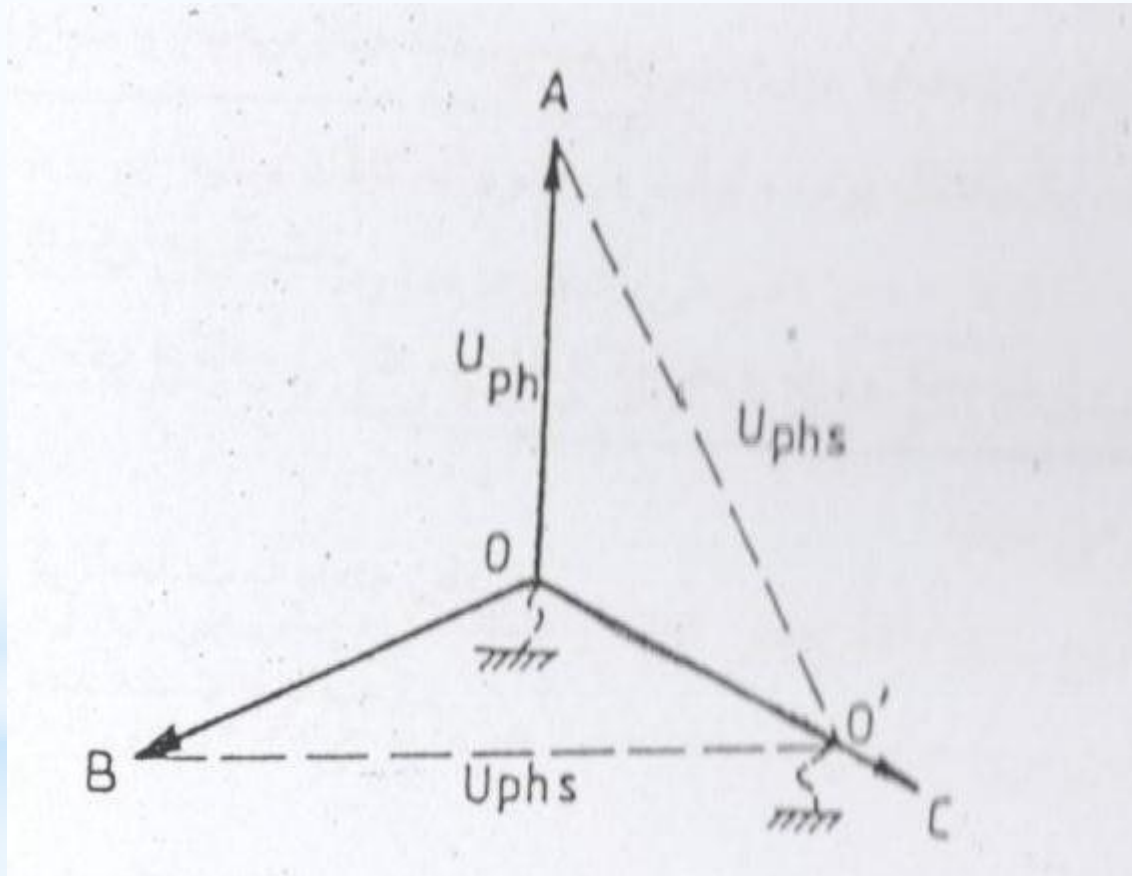


$$K_g = \frac{U_{phs}}{U_{ph}}$$

- U_{phs} : ولتاژ فازهای سالم پس از اتصالی در یکی از فازها
 U_{ph} : ولتاژ اولیه فازها
 K_g : ضریب زمین می باشد



موضوع قبل را می توان بصورت بردار ولتاژها و طبق شکل زیر بهتر نشان داد:





* شکل برداری فوق نشان می دهد که حداکثر مقدار اضافه ولتاژ مورد

انتظار در اتصالی فاز به زمین $U_{phs} = \sqrt{3} U_{ph}$ می باشد . *

* و این بدان معناست که در بدترین حالت ولتاژفازی فازهای سالم تا مقدار خطی بالا رفته و این حالت برای شبکه بسیار مضر است .

* در حالت فوق ضریب $K_g = \sqrt{3}$ خواهد بود در صورتی که

استاندارد حداکثر مقدار مجاز ضریب افزایش ولتاژ فازی را $\frac{1}{4}$

* تعیین نموده است .



* (۲-۳) اضافه ولتاژهای بلند مدت با دامنه کم

- * مقدار افزایش ولتاژ در این حالت نسبت به حالت قبل کمتر بوده ولی مدت دوام آن بیشتر است و گاه تا ساعت ها طول می کشد .
- * افزایش ولتاژ اسمی شبکه در اثر بی بار شدن خط که اغلب در اواخر شب اتفاق می افتد از این نوع می باشد
- * ومقدار افزایش ولتاژ نیز به چند کیلووات محدود می گردد و شبکه بایستی ان را تحمل کند.



جدول زیر افزایش ولتاژ اسمی شبکه و درصد اضافه ولتاژ مجاز مربوطه را در هر حالت نشان میدهد:

ولتاژ اسمی شبکه (kV)	درصد اضافه ولتاژ (%)	ولتاژ نهایی (kV)
20	20	24
63	15	72.5
132	10	145
230	10	245
400	5	420

جدول شماره (۱)