

بسمه تعالي

# آشنایي با برقگیر

<http://www.kbc.ir>

تهیه کننده: وحید ماسوري

آدرس سایت: [www.kbc.ir](http://www.kbc.ir)

ایمیل: [kbcmanager@kbc.ir](mailto:kbcmanager@kbc.ir)

هر تجهیز فشارقوي براي تحمل ولتاژ اعمايي نسبت به زمين ساخته شده است، ولي در طول كار دستگاه اضافه ولتاژهايي پيش مي آيد كه ممكن است به دستگاه آسيب برساند. اين اضافه ولتاژها به دلائل مختلفي چون كم شدن بار، كليدزني و صاعقه بوجود مي آيند. رعد و برق بصورت ولتاژ ضربه به خطوط و تجهيزات اعمال مي شود. دامنه اين اضافه ولتاژ خيلي زياد بوده و به چند برابر ولتاژ نامي مي رسد. بديهي است كه هر چه ولتاژ نامي كمتر باشد، اضافه ولتاژ ناشي از رعد و برق نسبت به ولتاژ نامي بزرگتر است. خصوصيت صاعقه (lightning surge) داشتن توان زياد و مدت زمان كوتاه مي باشد. براي کاهش اضافه ولتاژ ناشي از صاعقه، از برقگير ( Lightning arrester يا surge arrester ) استفاده مي شود. برقگير مي تواند جريان صاعقه را از خود عبور داده و باعث کاهش ولتاژ آن گردد. طول مدت اضافه ولتاژهاي ناشي از كليدزني (switching surge) بيشتري از طول مدت اضافه ولتاژهاي ناشي از صاعقه مي باشد. برقگير قادر است جريان ناشي از اضافه ولتاژهاي كليدزني را نيز از خود عبور داده و باعث کاهش دامنه اين ولتاژها گردد. ولي برقگير قادر نيست جريان ناشي از اضافه ولتاژهاي متناوب، يعني با فرکانس 50 هرتز را از خود عبور دهد و باعث کاهش آنها گردد. حتي عبور جريان از برقگير به مدت چند پيروي مي تواند مقاومت داخل آن را چنان گرم كند (در برقيهاي با مقاومت غيرخطي) كه اين مقاومت بسوزد و درنتيجه برقگير منفجر گردد.

به طور كلي سه نوع اضافه ولتاژ در سيستم قدرت وجود دارد:

الف- اضافه ولتاژ صاعقه يا تخليه جوي

ب- اضافه ولتاژ كليد زني كه در اثر قطع كليد در هنگام رفع خطا، وصل كليد در هنگام برقرار كردن، كليد زني جريانهاي خازني و اندوكتيو بوجود مي آيد.

ج- اضافه ولتاژ موقت با فرکانس 50 هرتز. به اضافه ولتاژهايي كه بيش از پنج سيكل مداوم يابند، اضافه ولتاژهاي موقت گويند. معمولاً پديده هايي نظير اتصال زمين، قطع

ناگهانی با رزونانس و فرورزونانس باعث بوجود آمدن چنین ولتاژهایی می شوند. این نوع ولتاژها دارای فرکانسی در حدود فرکانس قدرت هستند و دامنه آنها معمولاً از 1.5 پیرونیت کمتر است.

خلاصه اینکه برقگیر فقط می تواند اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و کلیدزنی را کاهش دهد. در حقیقت برقگیر باعث می شود که دامنه اضافه ولتاژهای اعمال شده به تجهیزات فشارقوی کاهش یافته و در نتیجه به تجهیزات فشارقوی صدمه وارد نشود. نحوه عملکرد برقگیر جهت حفاظت تجهیزات به این صورت است که انرژی موج ضربه یا صاعقه به زمین منتقل شده و بلافاصله پس از برقراری جریان موجی در فاصله زمانی چند میکروثانیه و کاهش دامنه ولتاژ موج تا مقدار مشخصی (سطح حفاظتی برقگیر)، مسیر جریان تخلیه قطع شده و از ادامه برقراری جریان و تبدیل آن به جریان اتصالی فرکانس قدرت جلوگیری می شود (در برقگیرهای با مقاومت غیر خطی).

امروزه علاوه بر برقگیر، فاصله هوایی در خارج تجهیزات فشارقوی اضافه می کنند که تحمل آن کمتر از تحمل عایق داخلی دستگاه است. مثلاً بر روی ترمینالهای ترانسفورماتورها، شاخک یا جرقه گیر نصب می کنند تا در صورت افزایش ولتاژ، در این فاصله هوایی قوس الکتریکی ایجاد شود. در مقره ها نیز گاهی چنین شاخکی وجود دارد. هدف از نصب این شاخک بر روی مقره، دور نگهداشتن قوس الکتریکی از سطح مقره است تا باعث صدمه دیدن سطح عایق نشود. به این شاخکها arcing horn گویند.

دو نوع استقامت برای تجهیزات تعرف می شود :

الف- استقامت عایق داخلی (Internal Insulation)

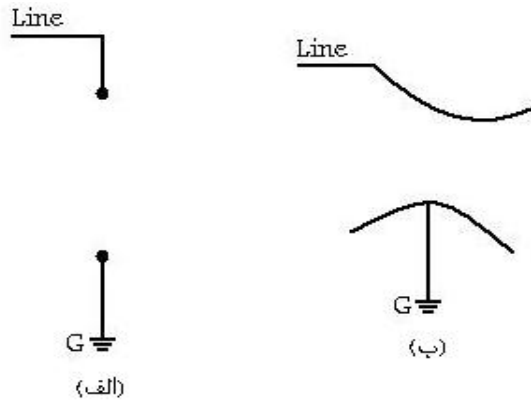
ب- استقامت عایق خارجی (External Insulation)

## 1- انواع برقگیر

### 1-1- برقگیر فاصله هوایی شاخکی (Horn Arrester)

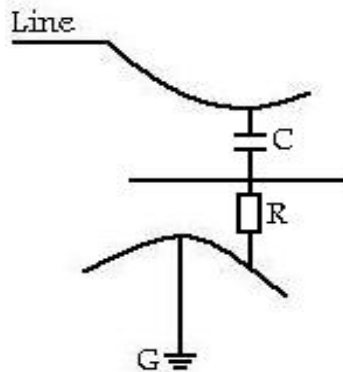
این نوع برقگیرها شامل دو میله یا دو شاخک می باشند که متناسب با ولتاژ، در فاصله معینی بین هادی و زمین قرار گرفته و در صورت بروز اضافه ولتاژ، بین آنها قوس الکتریکی برقرار شده و با شکست استقامت الکتریکی هوا اضافه ولتاژ را به زمین هدایت می نمایند. این قوس باعث اتصال کوتاه شده و از اضافه ولتاژ جلوگیری می نماید. البته باعث اختلال در امر برق رسانی نیز می گردد (شکل 1). در شبکه با قدرت کم، با شکل دادن به این شاخکها، پس از مدت نسبتاً کوتاهی قوس خاموش شده و

چون جریان اتصال کوتاه می باشد خسارت ناشی از اتصال کوتاه وجود ندارد. از خاصیت حرکت قوس الکتریکی و طولانی شدن آن بر اثر نیروی الکترومغناطیسی و کنوکسیون برای خاموش کردن قوس الکتریکی در برقگیر شاخکی استفاده می شود.



شکل 1- برقگیر فاصله هوایی: الف-میله ای -ب- شاخکی شکل داده شده

در برقگیر شاخکی به منظور پایین آوردن ولتاژ شکست در مقابل ولتاژ ضربه، صفحه هادی بین دو شاخک قرار داده و این صفحه را از یک طرف بوسیله خازنی به یک شاخک و به وسیله مقاومتی به شاخه دیگر وصل می کنند. البته مقادیر خازن و مقاومت طوری انتخاب می شوند که ولتاژ بین دو فاصله هوایی میان شاخکها، در ولتاژ فرکانس 50 هرتز بطور یکنواخت توزیع گردد (شکل 2). در ولتاژ ضربه، اکت ولتاژ بر روی خازن کم و بر روی مقاومت زیاد است. در نتیجه یکی از فواصل هوایی دچار شکست الکتریکی می شود و بدنبال آن فاصله هوایی دیگر نیز خواهد شکست. به این ترتیب ولتاژ شکست بین دو شاخک برقگیر برای ولتاژ ضربه پایین می آید.



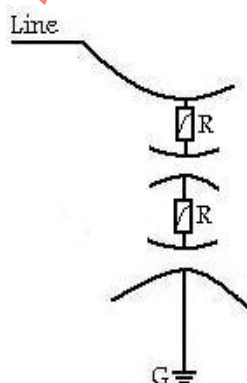
شکل 2- برقگیر شاخکی با خازن و مقاومت بین شاخکها.

امروزه در شبکه از این نوع برقگیرها با هدف دور نگهداشتن قوس از سطح مقره استفاده می شود تا در صورت بروز قوس، مقره آسیب نبیند. شاخکهاییکه با این هدف نصب می شوند را شاخک قوس (Arcing Horn) گویند که جرقه گیر نیز نامیده می شوند.

جرقه گیر استقامت خارجی دستگاه را مشخص می کند، در حالیکه برقگیر وسیله ای برای کاهش اضافه ولتاژ در شبکه است. عملکرد جرقه گیر به معنی سوختن دستگاه نیست زیرا عایق بین دو شاخک، هوا است و قوس بوجود آمده بین دو شاخک صدمه ای به دستگاه وارد نمی آورد اما در امر برق رسانی اختلال ایجاد می گردد. لذا در صورتیکه بتوان به برقگیر اطمینان کرد، استفاده از جرقه گیر مناسب نیست.

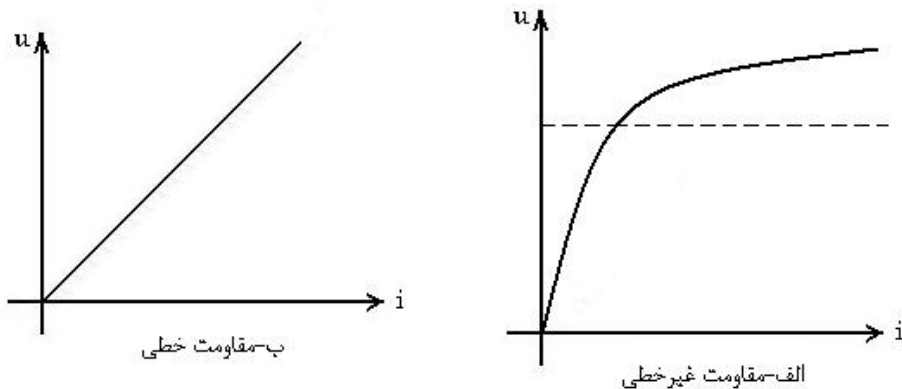
### 1-2- برقگیر با مقاومت غیر خطی با فاصله هوایی

با افزایش قدرت شبکه و افزایش جریان اتصال کوتاه، استفاده از برقگیر شاخکی باعث ایجاد صدماتی می شود. لذا مقاومتی بصورت سری به این شاخک متصل نمودند. این مقاومت باعث کاهش جریان اتصال کوتاه می شود. اگر این مقاومت بزرگ باشد، نمی تواند اضافه ولتاژ را کاهش دهد و اگر این مقاومت کوچک باشد، جریان اتصال کوتاه بزرگ می شود. لذا در این نوع برقگیر از یک مقاومت غیرخطی استفاده شده است (شکل 3).



شکل 3- برقگیر با مقاومت غیر خطی با فاصله هوایی.

در شکل 4 مشخصه برقگیر با فاصله هوایی برای مقاومت خطی و مقاومت غیرخطی آورده شده است. در مورد مقاومت غیرخطی ممکن است ولتاژ خاموش شدن قوس بالاتر از ولتاژ نامی باشد اما در مورد مقاومت خطی، ولتاژ خاموش شدن قوس نسبتاً کم است و اگر بخواهیم قوس در ولتاژ بالاتری خاموش شود باید مقاومت را بزرگ انتخاب کنیم که در اینصورت کاهش ولتاژ بر اثر عملکرد برقگیر چندان زیاد نخواهد بود.



شکل 4- مشخصه برقگیر با: الف-مقاومت سری غیرخطی- ب- مقاومت سری خطی

حداکثر ولتاژ اعمال شده با وجود عملکرد برقگیر بستگی به میزان جریان برقگیر دارد و ولتاژ باقیمانده برقگیر (Residual Voltage) گفته می شود. این ولتاژ سطح حفاظتی برقگیر را مشخص می کند با این توصیف برقگیرها باید سه خواسته زیر را برآورده کنند:

الف - تا حد امکان ولتاژ باقیمانده کمی داشته باشند.

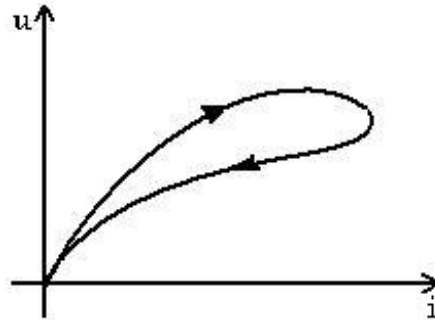
ب - تا حد امکان ولتاژ عملکردشان به ولتاژ باقیمانده نزدیکتر باشد.

ج- ولتاژ خاموش شدن قوس، بالاتر از حداکثر ولتاژ شبکه در حالت کار عادی باشد.

برقگیر نایستی در اضافه ولتاژهای متناوب عمل کند، زیرا مدت عبور جریان از آن چند پرپود طول کشیده و ظرفیت حرارتی برقگیر جوابگو نخواهد بود. لذا برقگیر فقط برای گرفتن اضافه ولتاژ ضربه و کلیدزنی طراحی شده که مدت آنها از چند میلی ثانیه تجاوز نمی کند.

در این نوع برقگیرها برای قطع مطمئن جریان، فاصله هوایی را به چند قسمت تقسیم می کنند تا قوس نیز به چند تکه تقسیم گردیده و با شکل دادن به الکترودهای فاصله هوایی سعی در خاموش شدن قوس شود. در این روش تقسیم قوس به چند قوس کوتاه در خاموش کردن آن بسیار موثر است به گونه ای که اولاً با تقسیم قوس به چند قوس کوتاه، قوس بهتر خنک می شود. دوماً با تقسیم قوس به چند قوس کوتاه ولتاژ لازم برای روشن نگهداشتن آن زیاد بوده و قوس الکتریکی در فاصله بین دو پرپود خنک شده و مجدداً روشن نمی گردد.

مشخصه برقگیر در ولتاژ ضربه دارای یک نوع هیستریزیس است (شکل 5). لذا مقاومت و ولتاژ در حین بالا رفتن ولتاژ، زیادتر از زمانی است که ولتاژ و جریان کاهش می یابد. لذا عملکرد مکرر برقگیر در فاصله های زمانی کم، برای برقگیر خطرناک است زیرا مقاومتها باید برای خنک شدن فرصت کافی داشته باشند. در صورتی که مقاومتها خنک نشوند، دنباله جریان بزرگ و تلفات آن زیاد بوده و ممکن است خاموش شدن قوس غیرممکن گردد. در این حالت برقگیر منفجر میگردد.



شکل 5- مشخصه هیستریزیس برقگیر در ولتاژ ضربه.

### 1-3- برقگیر با فاصله هوایی و فوت مغناطیسی

در این نوع برقگیر از فوت مغناطیسی، در فاصله هوایی، برای خاموش کردن قوس الکتریکی استفاده شده است. در این روش سیم پیچی که بصورت سری با جریان قوس وصل می شود، یک میدان مغناطیسی در جهت عمودی (عمود بر قوس) ایجاد می نماید. این میدان به قوس الکتریکی نیرو وارد می کند و این نیرو باعث طولانی شدن مسیر قوس و طبعاً "خنک شدن و خاموش شدن آن می شود.

### 1-4- برقگیر غیرخطی بدون فاصله هوایی

در طی سالها مطالعه، با پیشرفت علم مواد و ابداع نیمه هادی ها، با استفاده از اکسید فلزات (از جمله اکسید روی)، نوعی مقاومت غیرخطی ساخته شده است که مشخصه آن، به مشخصه برقگیر ایدال نزدیک است (شکل 6). در این شکل مشخصه برقگیر از نوع ZnO با مشخصه برقگیر از نوع Sic مقایسه شده است.

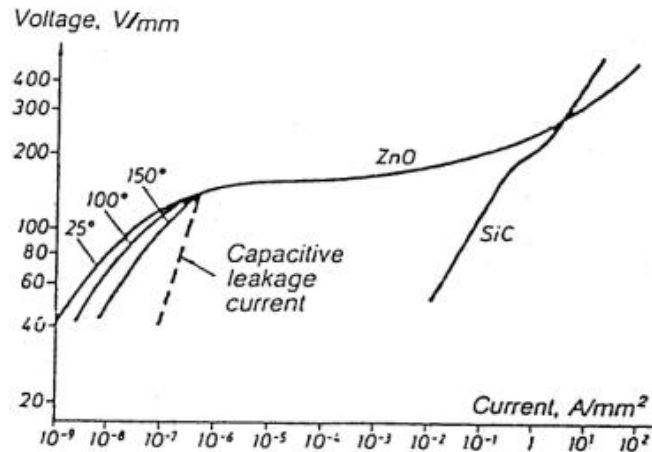
برقگیرهای جدید از نوع ZnO می باشند که در آنها المانهای مقاومتی از اکسید روی با مشخصات بشدت غیرخطی، که با اکسید فلزات دیگر ترکیب شده است، ساخته می شوند. این برقگیرها نسبت به برقگیرهای Sic دارای مزایایی به شرح ذیل می باشند :

الف- سادگی طرح و در نهایت افزایش قابلیت اطمینان.

ب- رفتار بهتر در برابر آلودگی.

ج- کوچکتر بودن از نظر ابعاد.

د- با افزایش تعداد ستون های موازی می توان ظرفیت جذب انرژی بیشتری را داشت.



شکل 6- مشخصه برقگیرهای ZnO، SiC

همانگونه که دیده می شود برقگیر ZnO در ولتاژهای کم جریان ناچیزی دارد لذا این نوع برقگیر احتیاج به فاصله هوایی نداشته و در ولتاژ نامی جریان عبوری از آن، در حد میلی آمپر است که این جریان باعث ایجاد گرمای زیادی نمی شود. در ولتاژهای بالا مقاومت اکسید فلز کم شده و جریان بزرگی از آن عبور می کند. همانگونه که از شکل 6 مشخص است در برقگیر SiC جریان با صفر شدن ولتاژ، صفر می شود ولی در برقگیر اکسید فلز جریان قبل از صفر شدن ولتاژ، تقریباً صفر شده است.

خاصیت کاملاً غیرخطی مقاومتها این امکان را می دهد تا برقگیرها، بدون فاصله هوایی ساخته شوند. مقاومتها سری در فاصله فاز به زمین واقع بوده و جریان ناشی فاز به زمین تحت ولتاژ فرکانس 50 هرتز بطور مداوم در آنها برقرار است.

بطور کلی در انتخاب برقگیر ZnO برای یک شبکه، دو نکته را بایستی مد نظر قرارداد:

الف- باید بتواند ولتاژ شبکه را به طور دائم تحمل کند (انرژی حرارتی).

ب- باید تحمل شوک حرارتی ناشی از تخلیه امواج ضربه ای را داشته باشد.

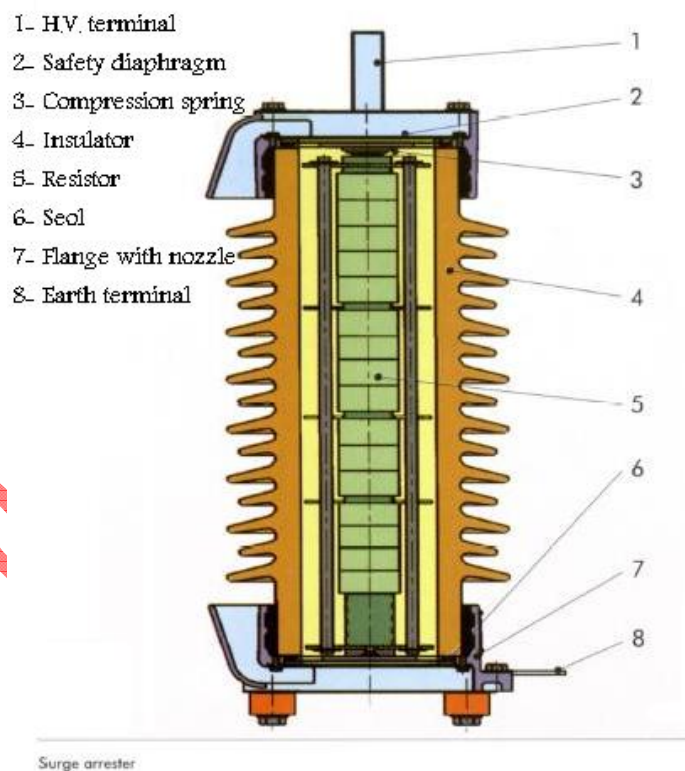
#### - اصول کار برقگیرهای اکسید فلز یا ZnO (Metal-Oxide Arrester)

همانطور که از منحنی تغییرات ولت- آمپر غیرخطی مقاومت در برقگیر ZnO دیده می شود (شکل 6)، به ازاء ولتاژ فاز به زمین سینوسی با فرکانس 50 هرتز، جریان برقرار شده در مقاومت ناچیز بوده و در حدود چند صد میکرو آمپر خواهد بود که در اینصورت



جریان برقرار شده در این ولتاژ به جریان نشتی موسوم است. با ظهور اضافه ولتاژها و تغییرات شدید میدان الکتریکی واقع بر المان ها، جریان برقرار شده با سرعت تا حدود  $10^6$  -  $10^7$  برابر افزایش می یابد، بطوری که جریان برقرار شده را جریان موجی فاز به زمین تشکیل می دهد. با کاهش ولتاژ موجی، جریان برقرار شده در برقیگر نیز بتدریج کاهش یافته و به جریان نشتی تبدیل می شود. بدین ترتیب مقاومت ستون برقیگر در فاصله وسیع بین چند صدکیلو اهم در شرایط عادی و چند اهم در قبال ولتاژ عمومی متفاوت است. به همین علت در این نوع برقیگرها، نیازی به پیش بینی فاصله هوایی نبوده و قرص های ZnO مستقیماً به هادی تحت ولتاژ متصل می شوند

قسمتهای مختلف برقیگر با مقاومت غیر خطی با قرصهای ZnO در شکل 7 آورده شده است.



شکل 7- قسمت های مختلف برقیگر ZnO

- معایب و اشکالاتی که در برقیگرها با فاصله هوایی موجود بوده و در برقیگرهای غیرخطی بدون فاصله هوایی مشاهده نمی شوند عبارت است از:

الف- متغیر بودن ولتاژ بروز قوس. چون در برقگیرهای غیرخطی با فاصله هوایی، قوس در فاصله هوایی که تحت تاثیر محیط متفاوت خواهد بود، عمل می کند (مقاومت غیرخطی متغیر).

ب- داشتن ولتاژ قوس مشخص و ثابت از طریق نصب مقاومتها و خازنهای موازی با فواصل هوایی.

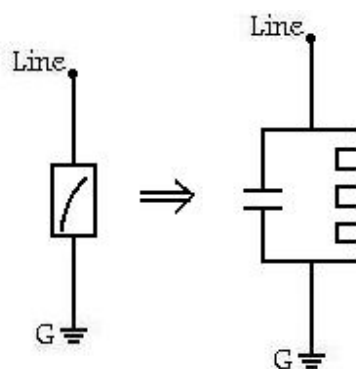
ج- تغییرات منحنی ولت-آمپر مقاومت غیرخطی تحت تاثیر حرارت حاصله از قوس در هنگام ظهور اضافه ولتاژهای پیاپی، در این وضعیت تغییر منحنی مقاومت باعث کاهش سطح حفاظتی می شود.

د- افت انرژی قابل ملاحظه از زمان بروز قوس تا برقراری جریان فرکانس 50 هرتز. ه- پیش بینی تدابیر اضافی برای خفه شدن قوس (نصب سیم پیچ های ایجاد میدان مغناطیسی و غیره).

و- وزن و ابعاد بالای برقگیر که از آنها نمی توان در برخی از تجهیزات استفاده کرد. ی- دشواری استفاده از برقگیر در محفظه بسته تجهیزات فشارقوی. بعلت قوس تخلیه در فواصل هوایی، استفاده از برقگیر در محفظه بسته تجهیزات فشارقوی مجهز به ایزولاسیون داخلی غیر ممکن است.

در صورت استفاده بدنه برقگیرها از جنس پلیمر به جای چینی، وزن آنها بطور قابل ملاحظه ای تقلیل خواهد یافت و قابلیت حرارتی آن افزایش می یابد. که در این صورت می توان از آن، حتی در خطوط انتقال، به صورت معلق یا نگهدارنده استفاده کرد.

در شکل 8 مدار معادل برقگیر با مقاومت غیرخطی نشان داده شده است. در جریانهای محدوده فرکانس 50 هرتز، مقاومت متغیر R در حدود صفر بوده و تنها جریان خازنی برقرار خواهد بود.



شکل 8- مدار معادل برقگیر با مقاومت غیرخطی.

## 2- اطلاعات اولیه مورد نیاز جهت طراحی برقگیرها

- 1-2- ولتاژ کار دائم ( $U_{ca}$ ). (حداکثر ولتاژ دائم با فرکانس شبکه که به صورت دائم، حداقل دوساعت، به ترمینالهای برقگیر اعمال می گردد.)
- 2-2- حداکثر ولتاژ سیستم ( $U_m$ ). [ $U_m = (1.05 \text{ - } 1.1)U_n$ ]
- 3-2- اضافه ولتاژهای موقت موجود در سیستم (TOV) و مدت زمان استقرار آنها.
- 4-2- اضافه ولتاژ پیش بینی شده در اثر کلیدزنی، صاعقه و ولتاژ شارژ خط .
- 5-2- امپدانس موجی خط.
- 6-2- سطح اتصال کوتاه پست.
- 7-2- نحوه اتصال برقگیر (فاز به زمین، فاز به فاز و یا نوترال به زمین).
- 8-2- میزان آلودگی.
- 9-2- نیروهای وارده به ترمینال و بدنه برقگیر که در اثر عواملی مثل باد، یخ، زلزله و کشش سیمهای اتصال به ترمینالهای برقگیر بوجود می آید.
- 10-2- شرایط محیطی از نظر دما، ارتفاع از سطح دریا و محدوده فرکانس شبکه.
- 11-2- سطوح عایقی استاندارد.
- 12-2- طول و مشخصات خطوط ورودی به ایستگاه.

## 3- شاخص ها و پارامترهای مشخص کننده در طراحی برقگیرها

- 1-3- ولتاژ کار دائم برقگیر ( $U_c$ ) (Continuous operating voltage). حداکثر ولتاژ rms با فرکانس قدرت است که می توان طبق طراحی به صورت دائم به ترمینالهای برقگیر اعمال نمود (همواره باید شرط  $U_c \geq U_{ca}$  برقرار باشد). این ولتاژ معمولاً توسط کارخانه سازنده با مد نظر قرار دادن پدیده فرسودگی، امکان توزیع غیر یکنواخت ولتاژ، تنشهای ناشی از موجهای صاعقه و کلیدزنی و همچنین پایداری حرارتی مشخص می شود.
  - 2-3- ولتاژ نامی برقگیر ( $U_r$ ) (Rated voltage). طبق استاندارد IEC99-4 یک برقگیر باید ولتاژ نامی را حداقل 10 ثانیه تحمل کند بدون اینکه پایداری حرارتی خود را از دست بدهد.
- [در برقگیر 400 کیلوولت :  $U_n = 400kv$  ،  $U_m = 420kv$  ،  $U_r = 360kv$  ،  $U_c = 288kv$  و  
در برقگیر 132 کیلوولت :  $U_n = 132kv$  ،  $U_m = 145kv$  ،  $U_r = 120kv$  ،  $U_c = 96kv$  ]

3-3- ضریب استقامت اضافه ولتاژ موقت برقگیر ( $T_r$ ). با توجه به تعریف ولتاژ نامی برقگیر می توان گفت که یک برقگیر با ولتاژ نامی  $U_r$  می تواند اضافه ولتاژ موقت برابر ولتاژ نامی خود را برای مدت 10 ثانیه تحمل نماید. اگر مشخص گردد که اضافه ولتاژ موقت برای مدت زمان کمتر از 10 ثانیه استمرار می یابد، می توان برقگیر با ولتاژهای کوچکتر انتخاب نمود. این ویژگی را می توان توسط ضریبی بنام ضریب استقامت اضافه ولتاژ موقت برقگیر بیان کرد که :

$$T_r = \frac{TOV}{U_r} \quad , \quad (\text{دامنه اضافه ولتاژ گذرا } TOV)$$

3-4- ولتاژ تخلیه برقگیر. ولتاژی است که هنگام عبور جریان تخلیه در ترمینالهای برقگیر ظاهر می شود. این ولتاژ تابع شکل موج و دامنه جریان تخلیه بوده و بر حسب ماکزیمم (peak) بیان می شود.

3-5- جریان تخلیه نامی ( $I_n$ ). جریان تخلیه نامی مقدار پیک جریان با شکل موج  $8/20 \mu s$  است که به منظور طبقه بندی برقگیرها بکار می رود و عبارت است از : 1.5 ، 2.5 ، 5 ، 10 و 20 کیلوآمپر.

3-6- جریان دائم ( $I_c$ ). به جریان برقگیر وقتیکه ولتاژ آن  $U_c$  باشد گفته می شود. این جریان عمدتاً خازنی بوده و معمولاً برحسب ماکزیمم (peak) بیان می شود. مقدار این جریان تابع درجه حرارت بوده و در اثر آلودگی تغییر می کند.

3-7- مشخصه حفاظتی برقگیر درمقابل موج صاعقه (LIPL) و موج کلیدزنی (SIPL). موج صاعقه موجی با شکل  $8/20 \mu s$  بادامنه ای برابر با جریان تخلیه نامی برقگیر ( $I_n$ ) می باشد و موج کلیدزنی موجی با شکل  $30/80 \mu s$  و با دامنه جریانی مشخص شده استاندارد جهت سطح ولتاژهای مختلف، می باشد.

3-8- ضریب ایمنی. عبارت است از نسبت سطح استقامت عایقی تجهیزات به سطح حفاظتی متناظر آنها که در کلید زنی:  $C_{ps} = \frac{SIWL}{SIPL}$  و در صاعقه:  $C_{pl} = \frac{LIWL}{LIPL}$  می باشد.

3-9- ظرفیت جذب انرژی در برقگیرها ( $W$ ). ماکزیم مقدار مجاز انرژی بر حسب KJ که برقگیر حین اعمال یک موج ضربه با یک دوره زمانی مشخص، قادر به جذب آن است. چنانچه این کمیت برحسب واحد ولتاژ نامی برقگیر  $U_r$  بیان شود ظرفیت جذب انرژی ویژه برقگیر ( $W'$ ) بدست می آید.

3-10- کلاس دشارژر خط: کلاس دشارژر خط در برقگیر نشان دهنده قابلیت جذب انرژی، عبارت بهتر نشان دهنده توانایی تحمل تنش های ناشی از تخلیه جریان های موجی در اثر اضافه ولتاژها می باشد.

3-11- فاصله مجاز برقگیر: ولتاژهای موخه تخلیه جوی از طریق خطوط انتقال و هادی های فاز متصل به شینه های اصلی به پست وارد گردیده در شینه های آن منتشر می شوند. در مدت برقراری شرایط تخلیه جوی در برقگیر، دامنه ولتاژهای تخلیه در محل برقگیر تا سطح حفاظت آن کاهش یافته و سپس در دو طرف آن و با افزایش تدریجی فاصله برقگیر تا تجهیزات، فزونی می یابد. هر چه شیب موج ورودی تندتر و فاصله برقگیر تا تجهیزات مورد حفاظت بیشتر باشد ولتاژ ظاهر شده در ترمینال تجهیزات بزرگتر خواهد بود.

3-12- افت ولتاژ در هادیهای برقگیر. به مجموعه هادیهایی که برقگیر را به سیم فاز و شبکه زمین متصل می کند هادیهای برقگیر گفته می شود. هر چه شیب موج جریان تخلیه تندتر باشد، افت ولتاژ روی اندوکتانس هادی بین خط و برقگیر، و بین هادی زمین کننده تا شبکه زمین بیشتر خواهد شد.

3-13- برخورد صاعقه به خطوط نزدیک پست. برای ایجاد یک حفاظت مطمئن، نصب برقگیر در ابتدای خطوط ضروری بنظر می رسد. در پستهایی که احتمال برخورد مستقیم صاعقه در نزدیکی پست وجود دارد، باید تا آنجا که مقدور است برقگیر را در نزدیکی وسیله مورد حفاظت قرار داد و هادیهای ارتباط دهنده را تا آنجا که ممکن است کوتاه و مستقیم انتخاب نمود. همچنین زمین برقگیر و تجهیزات با کمترین مقاومت امکان پذیر، ترجیحاً یک اهم یا کمتر، به یکدیگر متصل گردند.

3-14- محل نصب برقگیرها. در تعیین محل استقرار برقگیر اولین عامل مورد نظر نزدیکی آنها به تجهیزات مهم و گران قیمت مانند ترانسفورماتورهای قدرت می باشد. مثلاً در ایستگاه های فشارقوی برقگیر در دو طرف ترانسفورماتور و در ابتدای ورودی

خطوط نصب می شود. نصب برقگیر در ورودی فیدر خط برای کاهش اضافه ولتاژها بر روی تجهیزات فیدر خط تا برقگیر، توصیه می‌گردد. نصب برقگیر در سایر نقاط و مشخصاً روی شینه‌ها در صورت عدم امکان حصول هماهنگی عایقی به شکل کامل، قابل توجیه می‌باشد.

3-15- حلقه هماهنگ کننده ولتاژ (Arcing horn). این حلقه‌ها به منظور یکنواخت نمودن میدان و جلوگیری از کرونا در ورودی برقگیرها نصب می‌گردند. حلقه‌های مذکور باید طوری طراحی و نصب گردند که در هنگام وارد شدن نیروی باد، مکان آن روی برقگیر حفظ شود.

3-16- شمارشگر برقگیر (Counter). این نوع کنتورها از نوع الکترومکانیکی بوده و می‌بایستی توانایی تحمل ماکزیمم جریان تخلیه برقگیر را داشته باشند. این دستگاه ثابت که بر سر راه سیم زمین برقگیر نصب می‌گردد، ممکن است به تعداد برقگیرها و یا یکی برای هر سه فاز بکار رود.

3-17- نحوه اتصال برقگیر به سیستم زمین. برقگیرها باید از کوتاهترین راه ممکن به سیستم زمین پست وصل گردند و سیستم زمین جداگانه‌ای برای آنها نیاز نخواهد بود.

#### 4- انتخاب برقگیر و مشخصات آن

4-1- انتخاب ولتاژ کار دائم برقگیر ( $U_c$ ).

4-2- انتخاب ظرفیت جذب انرژی ویژه برقگیر 'W'.

4-3- انتخاب ولتاژ نامی برقگیر  $U_r$ .

4-4- تعیین ظرفیت درجه اطمینان برقگیر (جهت حفاظت تجهیزات و پرسنل بهره‌برداري و تعمیراتی در برابر انفجار ناگهانی، محفظه برقگیر باید بر طبق استاندارد به سیستم سویاپ اطمینان مجهز باشد که ظرفیت آن بر اساس جریان اتصال کوتاه متقارن در محل نصب برقگیر تعیین می‌شود.

4-5- استقامت عایقی مقرر برقگیر.

4-6- تعیین فاصله مجاز برقگیر از تجهیزات مورد حفاظت.

4-7- محاسبه افت ولتاژ در هادیها ی برقگیر

8-4- در انتخاب برقی باید سعی شود که قرص های اکسید روی با قطر بزرگتر انتخاب گردند زیرا به دلایل کاهش چگالی شدت جریان و کاهش ولتاژ تخلیه، پایداری برقی در مقابل تنش های ناشی از صاعقه بیشتر می شود.

## 5- آزمونها

آزمایشات پیش بینی شده در برقیها مشابه کلیه تجهیزات فشارقوی، شامل آزمایشات نوعی (Type Test)، آزمایشات جاری یا تک به تک (Routine Test) و آزمایشات تحویل یا قبولی (Acceptance Test) می باشند. برخی از آزمایشات به عنوان آزمایشات نوعی، برخی به عنوان آزمایشات جاری و برخی دیگر به عنوان آزمایشات تحویل پیش بینی شده اند. برخی آزمایشات در هر سه دسته فوق قرار دارند.

آزمایشات نوعی به منظور اطمینان از مشخصات مورد نظر در طراحی تجهیز، صورت می پذیرد. تجهیز که برای اولین بار تولید می شود، قبل از عرضه به بازار، بایستی آزمایشات نوعی بر روی آن انجام شده و پس از قبولی، با گرفتن تاییدیه (Certificate) برای عرضه به بازار تولید شود. در تولید انبوه به منظور عرضه به بازار، انجام آزمایشات فوق بر روی تک تک تولیدات خارج شده از خط تولید ضروری نمی باشد مگر اینکه به درخواست و هزینه خریدار همه و یا بخشی از آزمایشات نوعی بر روی تجهیز انجام گیرد.

آزمایشات جاری بر روی تک تک محصولات خارج شده از خط تولید صورت می پذیرد. این آزمایشات به منظور اطمینان از مونتاژ کامل و صحیح تجهیز، استفاده از قطعات مناسب با ابعاد و اندازه های منطبق بر نقشه ها و دارا بودن مشخصات فنی پیش بینی شده، صورت می پذیرد. در این آزمایشات هدف مطمئن شدن از کیفیت مونتاژ و نوع قطعات می باشد. آزمایشات جاری طبق استاندارد مربوطه، بطور قطعی و مشخص باید بر روی تجهیز انجام گیرد. آزمایشات تحویل طبق درخواست خریدار و با توافق خریدار و سازنده صورت می پذیرد. این آزمایشات به منظور اطمینان از صحت مشخصات پیش بینی شده تجهیز، در حضور خریدار، انجام می گیرد. آزمایشات مذکور در ردیف آزمایشات نوعی قرار داشته و یا آزمایشات دیگری می باشند که در استانداردها تحت عنوان آزمایشات تحویل (Acceptance Test) مشخص گردیده اند. در ذیل به آزمونهای فوق الذکر برای برقی اشاره گردیده است. این آزمونها براساس استاندارد IEC 60099-4 مطابق ذیل می باشند:

## الف- آزمونهای نوعی (Type tests)

الف-1- آزمونهای تحمل ولتاژ عایقی

این آزمونها بایستی در شرایط محیطی برقگیر اعمال گردند لذا باید در آزمایشگاه با اعمال ضریب تصحیح این شرایط را بوجود آورند. در انجام آزمون های خیس، نباید ضریب رطوبت اعمال گردد.

الف-1-1- آزمونهای تحمل ولتاژ عایقی بر روی محفظه (housing) بصورت منفرد (تکی).

الف-1-2- آزمونهای تحمل ولتاژ عایقی در شرایط خیس.

الف-1-3- آزمون اعمال موج ولتاژ ضربه صاعقه.

الف-1-4- آزمون اعمال موج ولتاژ ضربه کلیدزنی.

الف-1-5- آزمون اعمال ولتاژ فرکانس قدرت.

الف-2- آزمونهای ولتاژ باقیمانده (Residual voltage tests)

این آزمونها سطوح عایقی و حفاظتی برقگیر را مشخص می کنند

الف-2-1- آزمون ولتاژ باقیمانده با اعمال موج جریان پله ای.

الف-2-2- آزمون ولتاژ باقیمانده با اعمال موج صاعقه.

الف-2-3- آزمون ولتاژ باقیمانده با اعمال موج کلیدزنی.

الف-3- آزمون تحمل موج جریان ضربه مدت دار (با دوره طولانی).

الف-4- آزمون وظایف عملکرد برای نشان دادن پایداری حرارتی برقگیر تحت شرایط مشخص.

الف-5- آزمون های تحمل جریان اتصال کوتاه.

الف-6- آزمونهای مربوط به جداکننده های برقگیر (این آزمون در برقگیرهایی که با جداکننده ها سوار (جفت) شده اند، عملکرد صحیح جداکننده را ثابت می کند).

الف-7- آزمون اعمال آلودگی مصنوعی برای محفظه چینی در برقگیرهای چند محفظه ای.

الف-8- آزمون تخلیه جزئی داخلی (Partial discharge).

الف-9- آزمون میزان نشتی منافذ برقگیر.

الف-10- آزمون توزیع جریان برای برقگیرهای چند ستونه.

الف-11- آزمون لحظه خمش (این آزمون قابلیت برقگیر در تحمل مقادیر بارهای خمشی بیان شده توسط کارخانه را نشان می دهد).

## ب- آزمونهای جاری (Routine tests)

ب-1- اندازه گیری ولتاژ مرجع ( $U_{ref}$ ).



ب-2- آزمون ولتاژ باقیمانده.

ب-3- آزمون تخلیه جزعی داخلی (Partial discharge).

ب-4- آزمون نشتی برای برقگیرهای با محفظه آبندی شده.

ب-5- آزمون توزیع جریان برای برقگیر های چند ستونه.

### ج- آزمونهای قبولی (Acceptance tests)

ج-1- اندازه گیری ولتاژ فرکانس قدرت ( $U_{ref}$ ) بر روی برقگیر کامل شده در جریان مرجع آن.

ج-2- آزمون ولتاژ باقیمانده (پسماند) ناشی از اعمال موج جریان ضربه صاعقه نامی بر روی برقگیر کامل شده و یا یک واحد برقگیر.

ج-3- آزمون تخلیه جزعی داخلی (Partial discharge).

www.irpa.ir