



دانشگاه زنجان  
دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش برق (قدرت)

عنوان: رفع فروافتادگی ولتاژ با استفاده از محدودکننده های جریان از نوع مقاومتی

استاد راهنما: جناب آقای دکتر جلیل زاده

نگارش: عفت ایوبی

تیر ۹۰

## فهرست

### فصل اول (فروافتادگی و لتاژ)

مقدمه ..... ۲

علل بروز فروافتادگی و لتاژ ..... ۳

چرا باید از وقوع فروافتادگی و لتاژ جلوگیری کرد؟ ..... ۸

انواع فروافتادگی و لتاژ ..... ۱۰

رفع فروافتادگی و لتاژ به روش محدودسازی جریان خطا ..... ۱۱

فیوزها ..... ۱۲

تجهیزات ابرسانایی ..... ۱۵

محدود کننده های وابسته به دما ..... ۱۶

تجهیزات تریق کننده جریان ..... ۱۷

تیوب های تخلیه گاز و خلاء ..... ۱۸

تجهیزات سلفی ..... ۲۱

مدارات رزونانسی ..... ۲۳

### فصل دوم (اتصال کوتاه)

مقدمه ..... ۲۷

روش های پیش بینی بار ..... ۲۸

دلایل افزایش سطح اتصال کوتاه ..... ۲۸

تأثیرات مخرب افزایش جریان اتصال کوتاه ..... ۲۹

لزوم بکارگیری محدود کننده جریان خطا ..... ۳۰

محاسبات اتصال کوتاه در شبکه ایران و تعیین شین های با جریان خطای زیاد ..... ۳۱

توزیع جریان خطا و ارزیابی آن در شین های بحرانی ..... ۳۱

شکسته شدن شین ها و بررسی جریان اتصال کوتاه در آن ها ..... ۳۴

### فصل سوم (ابرسیانا)

مقدمه ..... ۳۸

کاربرد ابررسیانا ..... ۴۰

کاربرد ابررسیانا در سیم و کابل ..... ۴۰

کاربرد ابررسیانا در ترانسفورماتور ..... ۴۰

کاربرد ابررسیانا در موتورها و ژنراتورها ..... ۴۱

کاربرد ابررسیانا در ذخیره سازهای مغناطیسی ..... ۴۱

کاربرد ابررسیانا در محدود سازهای جریان خطا ..... ۴۳

سوئیچ های ابررسیانا ..... ۴۴

ابرسیاناها و ژنراتورهای هیدرو دینامیک مغناطیسی ..... ۴۵

### فصل چهارم (محدود سازی جریان خطا FCL)

مقدمه ..... ۴۷

تعریف محدود سازی جریان خطا ..... ۴۸

انواع روشهای محدود سازی جریان خطا ..... ۴۸

معرفی روشهای جریان خطا ..... ۵۰

..... راکتور جریان خطا ..... ۵۰

..... محدودکننده جریان خطای امپدانسی با کلید مکانیکی ..... ۶۰

..... محدودسازی جریان خطا با استفاده از فیوزها ..... ۶۴

..... محدودکننده های ابررسانا ..... ۶۸

..... محدود کننده مقاومتی ..... ۷۲

..... محدود کننده های امپدانس و مدار تشدید با سوئیچ تریستوری ..... ۷۴

..... ویژگی های لازم در طراحی محدود سازی جریان خطا ..... ۸۴

..... تجارب بدست آمده از کاربرد محدودساز جریان خطا در جهان ..... ۸۵

..... مطالعه موردی ..... ۸۸

..... منابع ..... ۹۱

# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول

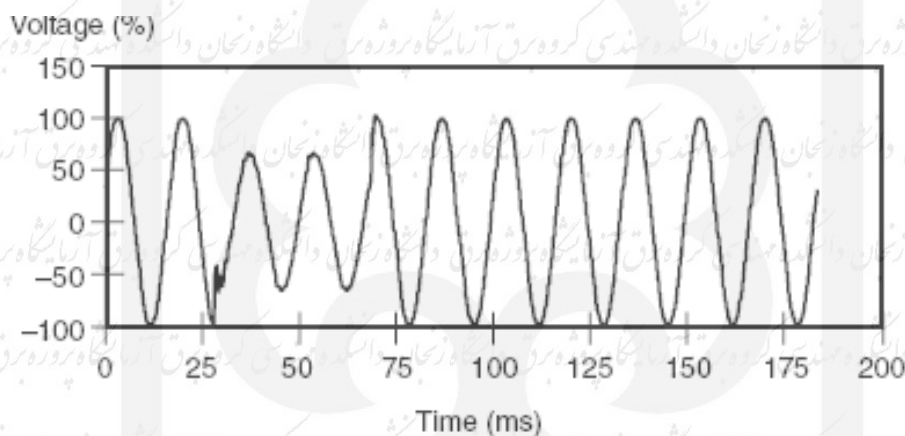
### فروافتادگی و لتاز



فروافتادگی ولتاژ عبارت است از کاهش در ولتاژ به اندازه ی ۰.۱ تا ۰.۹ پریونیت در فرکانس نامی که برای مدت زمانی از ۰.۵ سیکل تا یک دقیقه ادامه یابد [۱]. عبارت فروافتادگی ولتاژ در جمع متخصصین کیفیت سنجی سیکل تا یک دقیقه ادامه یابد [۱]. عبارت فروافتادگی ولتاژ در جمع متخصصین کیفیت سنجی

توان سالهاست که مورد استفاده قرار گرفته است تا نوع خاصی از اغتشاش کیفیت توان را توصیف کند. این توصیف مستقیماً از معنی کلمه ی sag اقتباس شده است. تعریف IEC برای توصیف این پدیده کلمه ی dip است [۲]. این دو عبارت هم معنی می باشند ولی در جامعه ی کیفیت توان آمریکا استفاده از کلمه ی sag ترجیح داده می شود. فرو افتادگی ولتاژ معمولاً به همراه درصد بیان می شود. برای مثال

یک کمبود ۲۰٪ به ولتاژی گفته می شود که دارای دامنه ای برابر ۰.۸ پریونیت باشد (شکل ۱-۱)



شکل (۱-۱) - نمایش یک فرو افتادگی ولتاژ که دو سیکل ادامه یافته است.



۱-۲- علل بروز فروافتادگی ولتاژ:

از اصلی ترین عوامل ایجاد فروافتادگی ولتاژ می توان به موارد زیر اشاره کرد:

(۱) شروع به کار موتورهای القایی بزرگ

(۲) شروع به کار بارهایی مانند کوره ی قوس الکتریکی

(۳) خطاهای اتصال کوتاه شبکه

(۴) انتقال بار از یک منبع به منبع دیگر

(۱) شروع به کار موتورهای القایی بزرگ

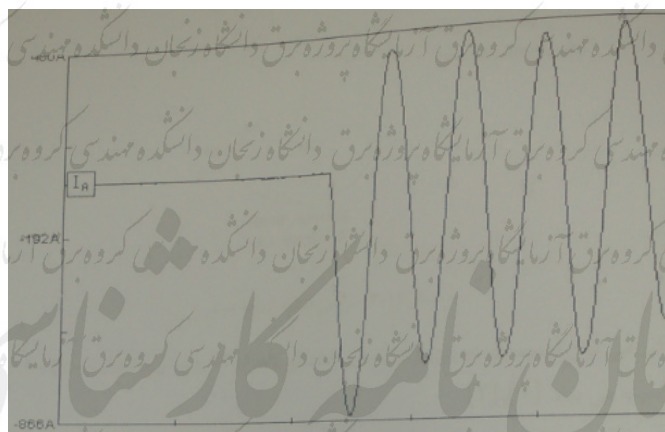
موتورهای القایی در هنگام راه اندازی جریانی بین ۶ تا ۸ برابر جریان نامی بار کامل خود را از شبکه می کشند. این جریان با مقدار زیادی شروع می شود و بین ۶ تا ۸ ثانیه که بستگی به طراحی موتور و اینرسی بار دارد، کاهش می یابد. بسته به زمان اعمال ولتاژ به موتور این جریان می تواند غیرمتقارن باشد.

این جریان پسفاز موجب افت ولتاژ در دو سر امپدانس شبکه می گردد. اگر دامنه ی این جریان در

مقایسه با جریان اتصال کوتاه قابل ملاحظه باشد، کمبود ولتاژ پیش آمده می تواند چشمگیر باشد [۳].

شکل (۱-۲) جریان راه اندازی یک موتور القایی ۵۰hp با جریان بار کامل A ۶۰ و ۴۶۰v را نشان می

دهد. جریان در طول نیم سیکل اول دارای مقدار پیک A ۸۶۰ است [۲]و [۳]



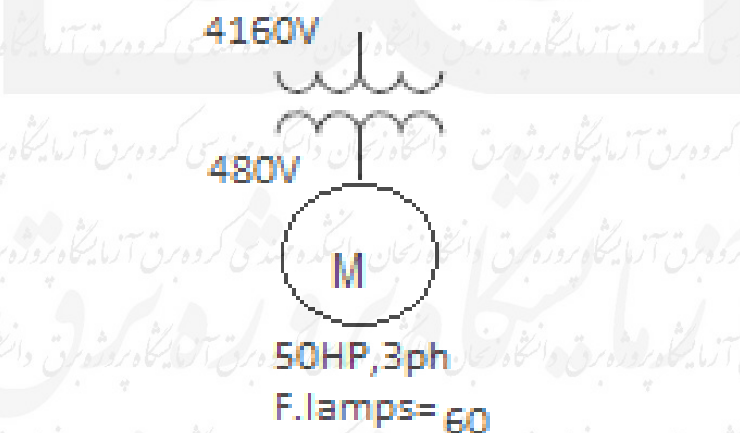
شکل (۱-۲): شکل موج جریان راه اندازی

شکل (۱-۳) ترانسفرماتور ۱۰۰KVA را که موتور را تغذیه می کند، نشان می دهد. اگر ترانس دارای راکتانس نشتی ۵.۰٪ باشد، مقدار ولتاژ فروافتادگی به این صورت محاسبه می شود:

جریان بار کامل ترانس در ولتاژ ۴۸۰V برابر ۱۲۰A می باشد.

$$\text{کاهش ولتاژ به دلیل جریان هجومی اولیه} = 5.0 \times 860 \div (120 \times \sqrt{2}) = 25.3\%$$

اگر راکتانس خطوط و ترانس شبکه تغذیه کننده موتور هم در نظر گرفته شود، فروافتادگی ولتاژ از این مقدار هم بدتر می شود.



شکل (۱-۳)





## منابع

[۱] C.SANKARAN POWER QUALITY,CRS PRESS,Washiington D.C.2007

[۲] دکتر جواد روحی ، دکتر عبدالرضا شیخ الاسلامی ، "کیفیت توان سینستم های الکتریکی"،بابلسر،

دانشگاه مازندران، ۱۳۷۸

[3] Lan K.p.Ross,Omniverter Inc," voltage sags : an explanation, cause, effects and correction-part1 " novemeber2007

[4] j.c.krause,"short circuit current limiter",Eindhoven,Netherlands, department of engineering,1980

[5] Pb power ,"application of fault current limiter",2007

[۶] عباس اخوان "محاسبات اتصال کوتاه"، دفتر برنامه ریزی وزارت نیرو-۱۳۶۸

[۷] شاهرخشاهی، طهماسبقلی "ایستگاه های فشارقوی با ایزولاسیون هوا" انتشارات ددنیایا تهران-پاییز

۱۳۸۳

[۸] جوادی،ح. شادی،ح.برهمندپور،ه. "مقایسه رفتار محدودساز جریان خطا از نوع مدارهای رزونانس

موازی و رزونانس سری" یازدهمین کنفرانس بین المللی برق-آبان ۱۳۷۵

[9] CIGRE,"fault current limiter(Functional specification,State of arts,testing,.. part a,b,c,d" 2002