



### بررسی آزمایشگاهی اثرات هارمونیک لامپهای کم مصرف و تاثیر آن بر روی شبکه

بهنام بیات

شرکت توزیع نیروی برق شمالشرق تهران - امور دیسپاچینگ

ایران

کلید واژه : کیفیت توان - هارمونیک - لامپهای کم مصرف

انرژی به مصرف کننده ها وقفه ایجاد کنند ، از طرفی حساسیت صنایع و بارهای امروری نظیر بارهای موجود در سیستمهای تمام اتوماتیک صنعتی ، سیستمهای بانکی ، بیمارستانها و ... باعث شده است که توزیع انرژی برق دچار پیچیدگی های خاصی گردد .

#### ۲- کیفیت برق :

تعریف کلی برای کیفیت برق بر اساس مشخصات ولتاژ و جریان در بخشهای مختلف شبکه برق عبارت است از :  
در صورتی که تغییراتی در مشخصات ولتاژ و جریان در نقطه ای از شبکه باعث عملکرد ناخواسته و یا بد عمل کردن یک دستگاه شود ، کیفیت برق در آن نقطه دیگر مطلوب نخواهد بود . این مشخصات می توانند شامل فرکانس ، مقدار مؤثر ، مقدار لحظه ای و ... باشد .

بحث کیفیت برق کاملا بستگی به مصرف کننده ها ، تجهیزات آن و میرا حساسیت آنها به پارامترهای ولتاژ و جریان دارد . به طور مثال قطعی برق به مدت نیم سیکل در کامپیوترها باعث از دست رفتن اطلاعات و ناک شدن RAM آنها خواهد شد . در صورتی که همین قطعی تاثیر چندانی بر سرعت یک موتور الکتریکی که بصورت مستقیم به شبکه برق وصل است نخواهد شد

#### ۱- مقدمه :

بحث کیفیت برق از ابتدای شناخت الکتریسیته مطرح بوده است . اما آنچه که در گذشته بعنوان کیفیت برق در نظر گرفته می شود ، به دلیل عدم حساسیت زیاد مصرف کننده ها ، وصل و یا قطعی آن بوده است . امروزه کیفیت برق از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است و تنها بود یا نبود آن تعیین کننده برای یک مصرف کننده و یا یک توزیع کننده نیست . این اهمیت را می توان ناشی از دلایل ذیل دانست [۲].

الف ) امروزه بارهای صنعتی به مراتب حساس تر از بارهای قدیمی نسبت به کیفیت برق می باشند .

ب ) افزایش بازدهی سیستمها امروزه در گرو کیفیت برق است .

ج ) استفاده از نیروگاههای کوچک و اتصال آن به شبکه فشار متوسط توسط دستگاههای الکترونیک قدرت پیچیدگی های خاصی را به همراه آورده است .

سیستم های توزیع از آنجایی که از مراکز شهری و مسکونی عبور می کند و به جهت ساختار ضعیف تر نسبت به سیستمهای انتقال در اثر حوادثی نظیر باد و باران و شرایط نامساعد جوی ممکن است در رساندن

### ۳- اغتشاشات مربوط به کیفیت توان :

اهم این اغتشاشات که در شبکه های توزیع مطرح هستند عبارتند از :

#### ۳- الف ) قطعی ( Interruptions )

منظور از قطعی ولتاژ زمانی است که مقدار مؤثر ولتاژ از یک حدی کمتر باشد .

#### ۳- ب ) تغییرات ولتاژ ( Voltage Variations ) :

منظور از تغییرات ولتاژ ، افزایش و کاهش مقدار مؤثر ولتاژ می باشد . این تغییرات معمولا به دو دسته بلند مدت یا دائمی ( under / over voltage ) و کوتاه مدت یا گذرا ( sag / swell ) تقسیم بندی می شوند .

#### ۳- ج ) عدم تعادل ولتاژ / جریان :

عدم تعادل ولتاژ یا جریان اغتشاشی است که در آن ولتاژهای سه فاز یا جریانهای سه فاز از نظر دامنه مساوی نبوده و یا از نظر فاز ۱۲۰ درجه اختلاف نداشته باشند .

#### ۳- د ) هارمونیکها :

سیگنالهایی هستند که فرکانس آنها مضرب صحیحی از فرکانس اصلی شبکه باشد . اگر چه هارمونیکهای جریان و ولتاژ از نظر معنی متفاوت به نظر می رسند ولی در عمل به هم وابسته اند . این بدان معناست که وجود یکی باعث ایجاد دیگری در شبکه خواهد شد . مسئولیت هارمونیک ولتاژ به عهده توزیع کننده انرژی الکتریکی و مسئولیت هارمونیک جریان بعهد مصرف کننده است .

#### ۳- ه ) اغتشاشات گذرا ( Transients ) :

این اغتشاشات به دسته ای از پدیده ها اشاره دارند که

مدت دوام آنها بسیار کوتاه بوده و با گذشت زمان اثرات آنها از بین می روند .

#### ۳- و ) تغییرات افزایشی / کاهشی ولتاژ:

#### ( Voltage Fluctuation )

تغییرات افزایشی / کاهشی ولتاژ به دسته ای از اغتشاشات اطلاق می شود که در آن ولتاژ یک نقطه سیستماتیک و یا تصادفی افزایش یا کاهش یابد . این پدیده در سیستمهای روشنایی به فلیکر مشهور است [ ۳ ] .

#### ۴- لامپهای کم مصرف :

اساسا این نوع لامپها الکترونی همانند فلورسنت است و از نظر شیوه تولید نور مرئی همانند آنها عمل می کنند .

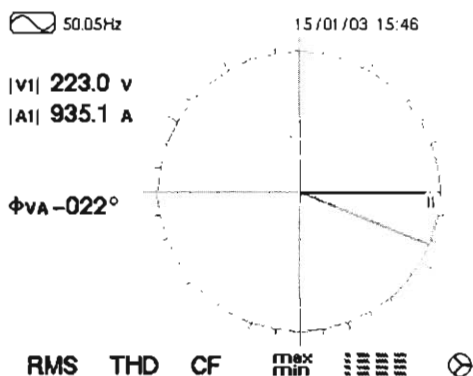
ابتدا برق ورودی بوسیله دستگاه یکسو ساز به برق مستقیم تبدیل می شود . سپس در واحد منبع تغذیه با بسامد زیاد ، که دارای مدار مولتی ویراتور متشکل از دو ترانزیستور به صورت اتصال پوشپول است ، سیگنالهای چهار گوش با بسامد نزدیک به ۴۰ KHZ تولید میشود . آنگاه واحد محدود کننده جریان ، مهار کردن شدت جریان را در شرایط گوناگون به عهده دارد .

توان مصرفی لامپهای کم مصرف با راه انداز الکترونی ، یک پنجم توان مصرفی لامپهای رشته ای است [ ۴ ] .

#### ۵- آزمایش کیفیت توان روی لامپهای کم مصرف:

این آزمایش در آزمایشگاه ماشینهای الکتریکی دانشگاه صنعتی شریف بر روی ۱۰ عدد لامپ کم مصرف ۲۰ وات انجام گرفته است . جریان مصرفی هر کدام از آنها ۱۸۰ میلی آمپر است . به مدت ۲۰ دقیقه دستگاه Power

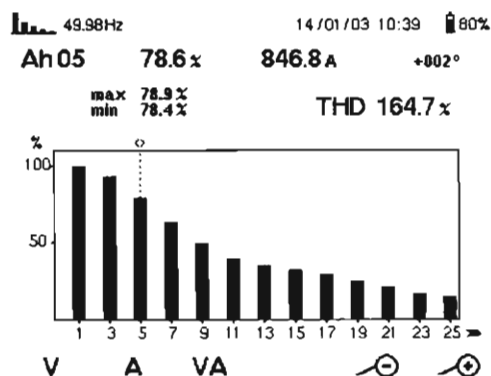
در شکل دو پیش فاز بودن جریان نسبت به ولتاژ به ازاء ۵ عدد لامپ کم صرف به مقدار ۲۲ درجه نشان داده شده است .



شکل ( ۲ )

[مقدار جریان با ضریب یک هزارم قرائت میشود.]

در شکل سه کل اعوجاج هارمونیکی جریان تا هارمونی ۲۵ نمایش داده شده است . مشاهده می شود که هارمونی سوم جریان تقریبا هم اندازه جریان Fundamental می باشد .

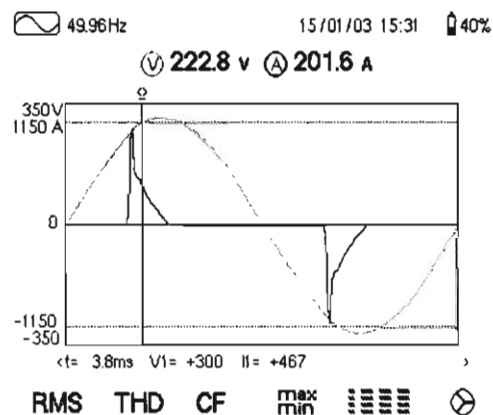


شکل ( ۳ )

[مقدار جریان با ضریب یک هزارم قرائت میشود.]

Quality ( دارای قابلیت ۲۵۶ سمبل نمونه برداری در یک سیکل ) بر روی پنل لامپها نصب و کلیه پارامترها اندازه گیری شده است . آزمایشات نشان میدهد که لامپهای کم مصرف دارای ضریب قدرت پائین ، ضریب کل اعوجاج هارمونیکی جریان بالا و تزریق توان راکتیو به شبکه دارند . بنابر این اگر استفاده از این لامپها افزایش یابد و سهم عمده ای از بار روشنایی کل شبکه را در بر گیرد ، احتمال زیان دیدن کیفیت ولتاژ شبکه افزایش یافته و در این صورت بر روی دیگر تجهیزات شبکه و مصرف کننده ها با مشکلات جدید روبرو خواهیم شد .

در شکل یک شکل موج جریان لامپ کم مصرف مورد آزمایش ، در مقایسه با شکل موج سینوسی نشان داده شده است .



شکل ( ۱ )

[مقدار جریان با ضریب یک هزارم قرائت میشود.]

چنانچه مشاهده می شود شکل موج جریان مصرفی لامپها کاملا غیر سینوسی ، پررودیک و مثلثی می باشد .

شکل چهار که ضمیمه می باشد ، مقدار توان راکتیو تزریق شده به شبکه را نشان میدهد . مشاهده میشود که به ازاء ده عدد لامپ کم مصرف حدود ۸۵ وار ، توان راکتیو به شبکه تزریق شده است . شکل پنج که ضمیمه می باشد ، مقدار توان مصرفی ده عدد لامپ را نشان داده که با احتساب ضریب یک هزارم ، مقدار دوپست وات می باشد .

شکل ششم که ضمیمه می باشد ، مقدار ضریب توان را نشان داده است که در تمام لحظات ثبت شده کمتر از ۰/۵ می باشد .

شکل هفتم که ضمیمه می باشد ، مقدار ضریب کرسر فاکتور جریان را نشان میدهد .

در انتهای ضنائم یک برگ از کلیه پارامترهای ثبت شده پیوست می باشد .

جریان مصرفی یک عدد لامپ کم مصرف ۲۰ وات ، مقدار ۱۸۰ میلی آمپر است و مقدار ضریب قدرت آن ۰/۴۸۲ و مقدر توان تزریقی به شبکه ۸/۸ وار میباشد .

هارمونیکهای فرد ولتاژ برای یک عدد لامپ کم مصرف زیر مقدار ۰/۱۹٪ است که از لحاظ استاندارد مورد قبول می باشد و از هارمونی نهم ولتاژ به بعد ، مقدار صفر دارد و در صورتی که هارمونیکهای جریان تا هارمونی سی و سوم بیش از حد مجاز استاندارد میباشد و برای ۱۰ عدد لامپ کم مصرف ، کل اعوجاج هارمونیک جریان مقدار ۱۶۵٪ می باشد [ ۵ ] .

## ۶- اثر هارمونیک ها بر روی کنتورها و رله های حفاظتی :

افزایش درصد هارمونیکها در شبکه بر روی تجهیزات مختلف اثرات سوء باقی می گذارد که مهمترین آنها تاثیر بر روی دستگاههای اندازه گیری انرژی و رله های حفاظتی می باشد . با تکوین هارمونیک در شبکه مقادیر انرژی اندازه گیری شده توسط کنتورها از واقعیت فاصله گرفته و از قابلیت اطمینان پائین تری برخوردار خواهند بود . بطور کلی استفاده از کنتورهای اندوکسیونی بعلت محدوده وسیع خطای آنها در اندازه گیری انرژی ( از ۲۰- تا ۵+ درصد ) در موقعیتهایی که شکل موج ولتاژ و جریان دارای اعوجاج باشند پیشنهاد نمی شود . تاثیر اعوجاج شکل موج بر روی کار رله های حفاظتی نیز موجب عملکرد غیر صحیح آنها می شود ، عبارتی در مواقعی که لازم است تحریک شوند عمل نکرده و بر عکس در مواردی که هیچگونه خطایی وجود ندارد ، بصورت کاذب عمل می کنند [ ۶ ]

## ۷ ) نتیجه گیری :

اندازه گیری مشخصه لامپهای کم مصرف نشان میدهد که آنها علاوه بر تضعیف ضریب توان ، تزریق توان راکتیو به شبکه ، هارمونیک قابل ملاحظه ای را بر شبکه تحمیل می کنند که این مسئله در شبکه های کاملا زمینی و در فصل زمستان حادثتر می گردد . مدل آزمایشی این پنل ده لامپی نشان میدهد که استفاده از لامپهای فوق نیاز

به پیش بینی های واقع بینانه ای دارد و اگر چه استفاده از این لامپها گامی عملی به سوی فرهنگ صرفه جویی می باشد ، ولی این امر مستلزم حرکتی با دید باز می باشد .

مراجع :

1) effects of harmonics on equipment \_  
V.E.Wagner \_ IEEE TRAS . on power  
Delivery Vol .8 , No .2 \_ 1993

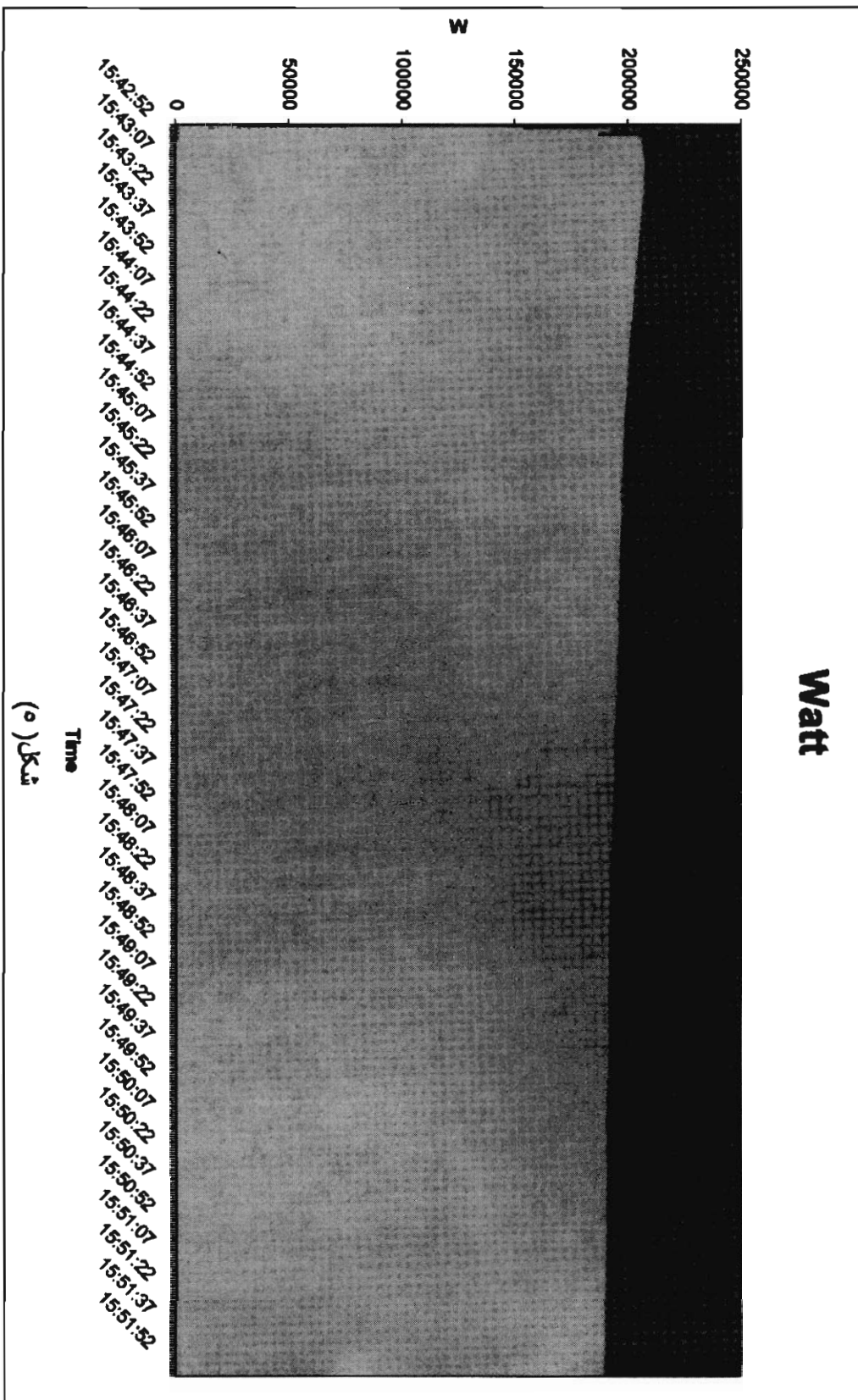
۲) کیفیت توان الکتریکی - مختاری ، پرنیانی ،  
ذوالقدری - دانشگاه صنعتی شریف - ۱۳۸۱

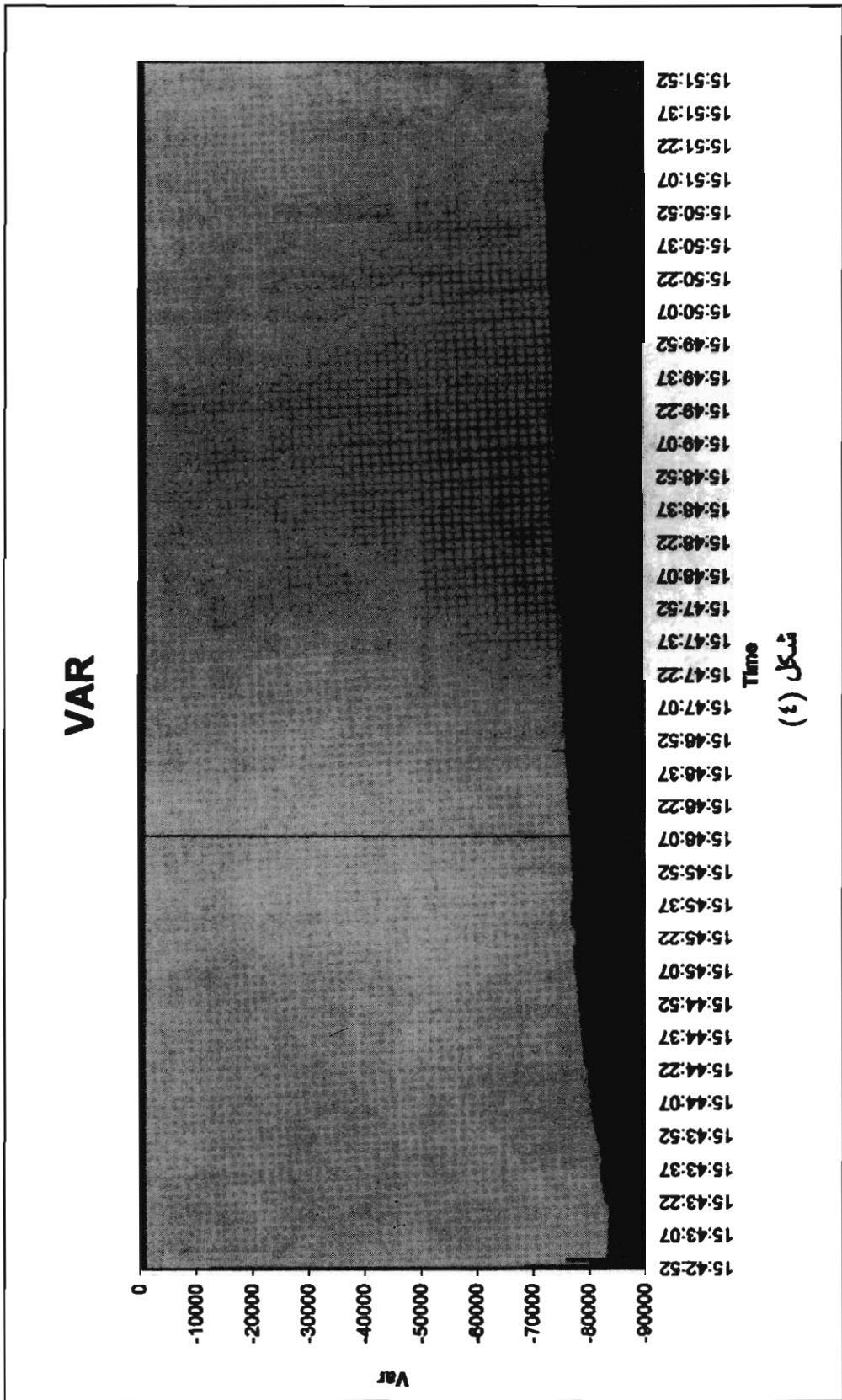
۳) کیفیت توان سیستم های الکتریکی - روحی ،  
نیاکی ، شیخ الاسلامی ، محمدیان - دانشگاه  
مازندران - ۱۳۷۸

۴) مدیریت مصرف برق - گستانی داریانی -  
انتشارات امیر کبیر - ۱۳۸۰

5) Harmonic from compact  
fluorecent lamps -R .Verderber -  
IEEE TRAS. Ndustry application  
Vol .2.9 , No .3 - 1993

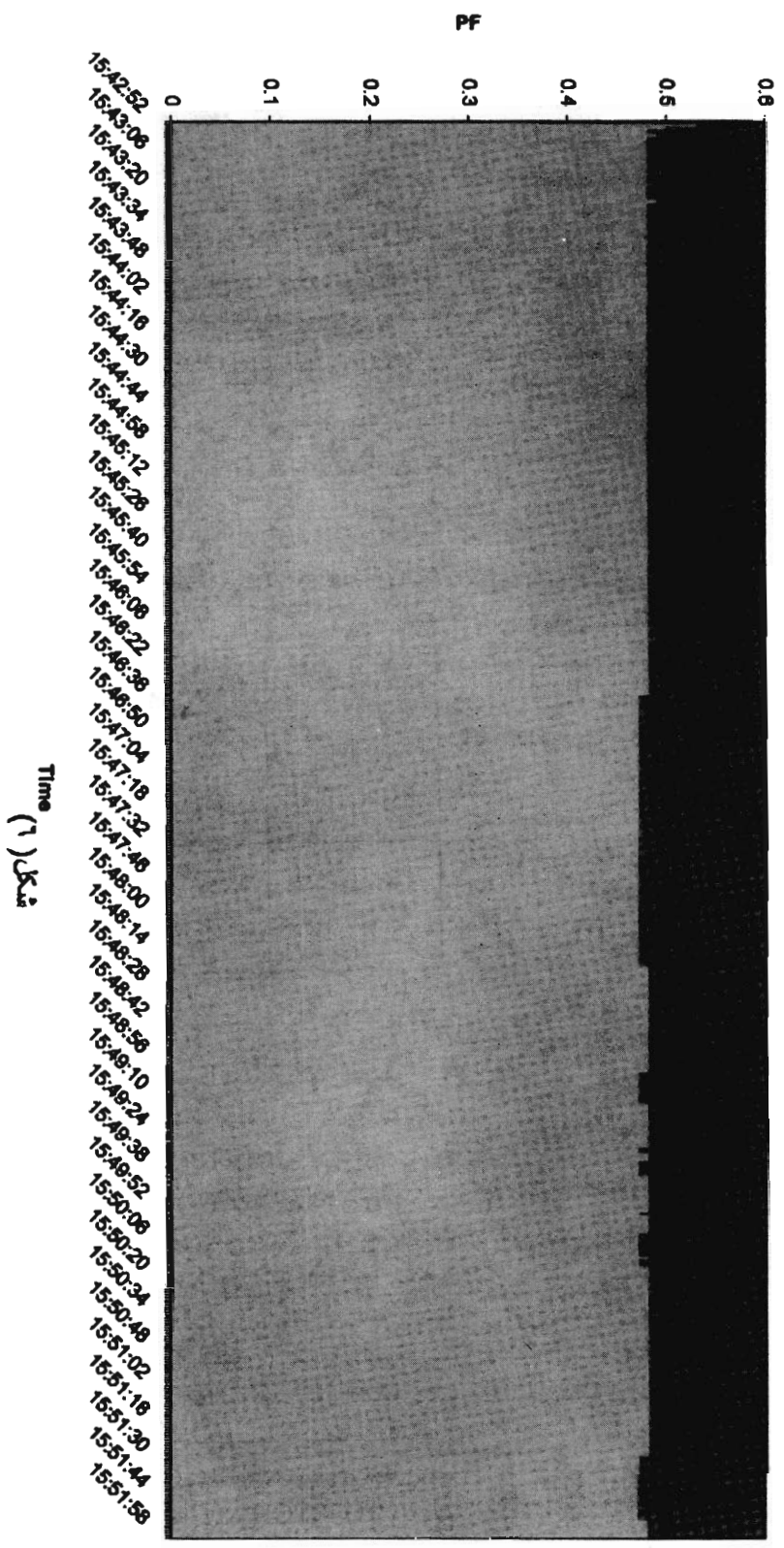
۶) مشکلات ناشی از کاربردهای انبوه لامپهای کم  
مصرف بر روی شبکه های توزیع - حسینی ،  
میلانی ، صباوند منفرد - پنجمین کنفرانس  
سراسری برق - ۱۳۷۴





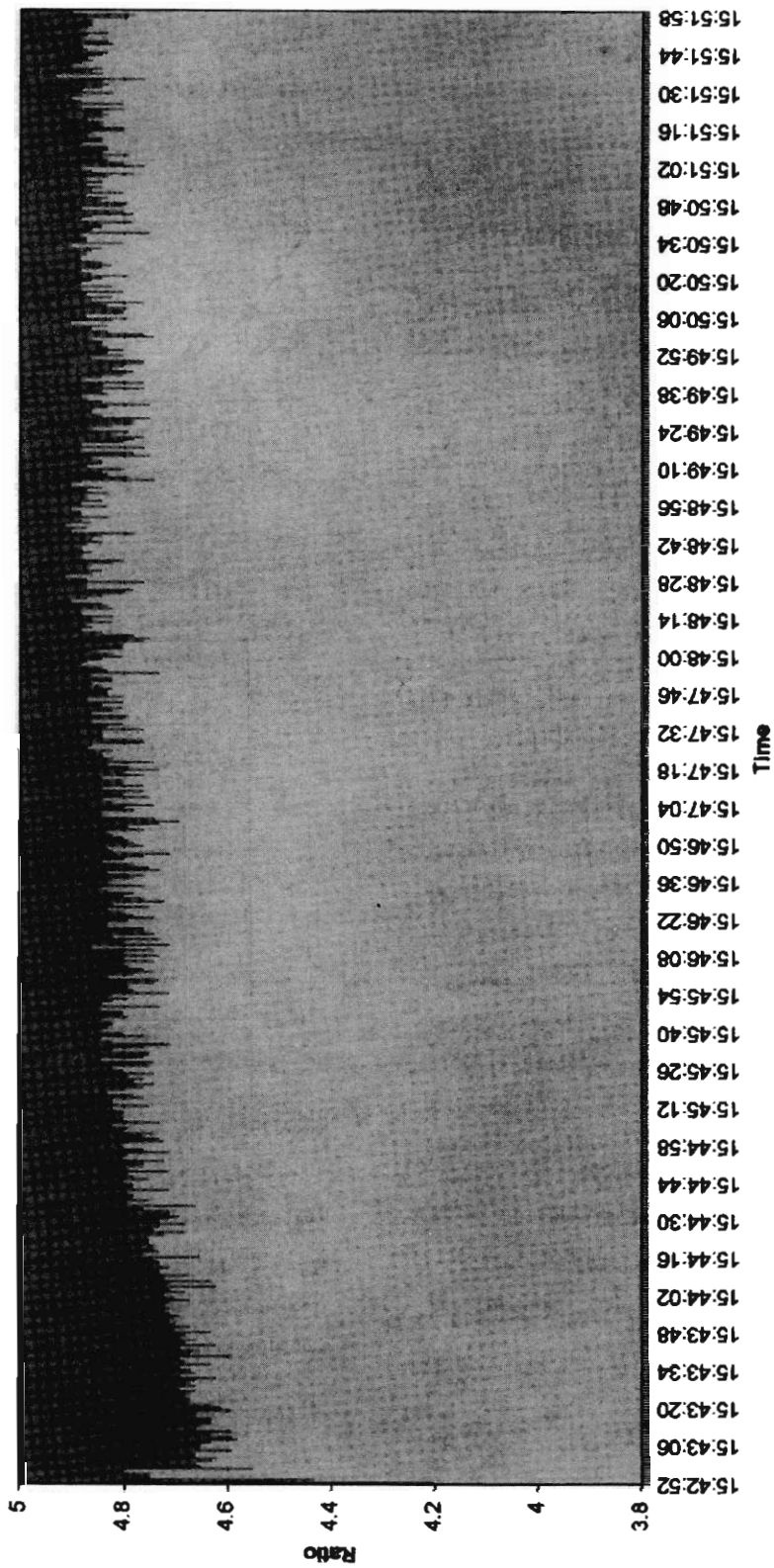
شكل (٤)

# PowerFactor





# Acf



شكل (٧)