نقش انواع بارها (مصرف کنندگان) در ایجاد هارمونیک ها در شبکه توزیع ،اثرات و کنترل هارمونیک‌ها

روح ا... ملکانی یدا... اخلاقی

سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

سطوح هارمونیک های جریان و ولتاژ در سیستم توزیع دائم در حال افزایش اند ،یك دلیل مهم اشاعه وسائلی است که تولید هارمونیک مینمایند ،وسائل کنترل کننده تریستوری مثال نمونه ایست که در سطوح قدرت صنعتی ،تجاری و خانگی در حد وسیعی مورد استفاده پیدا نموده . این وسائل برای کنترل ولتاژ ،سرعت،تعمیر فرکانس و مدل قدرت بکار برده میشود و عموما" به سبب قیمت پائین تر ،بازده بیشتر و نگهداری ساده تر جایگزین وسایل دیگر شده اند . دلیل دیگر افزایش هارمونیک ها ،ازدیاد تحریك ترانسفورماتورهای توزیع است که کاربرد پذیری آنها عملا" بیشتر و بیشتر میشود ،دلیل سوم استفاده از خازن های شنت را میتوان نام برد ،خازن ها در هیچ شرایطی تولید هارمونیک نمی نمایند اما نصب خازن های تصحیح کننده ضریب قدرت مسائل پتانسیلی را افزایش و حضور آنها در مدار القائی اساسا" امکان حلقه‌های شبکه را برای رزونانس محلی ،عمومی و یا بزرگ سازی هارمونیک مهیا میسازند .

تمایل بسوی ظرفیت بیشتر و ولتاژ بالاتر سیستم های توزیع در سطوح هارمونیک اثر خواهد گذاشت ،پوشش وسیع سیستم ها همراه با تمایل بسوی حلقه‌های شبکه طویل تر مدار تلفن موجب رویاروئی با مسائل تداخل القائی اضافی را میسر خواهد ساخت .آمیختن بارهای مسکونی ،تجاری و صنعتی به درجه زیاد روی همان فیدرها امکان تداخل القائی اضافی را مطرح خواهد نمود . با تغذیه کاربرترهای قدرت با ظرفیت بالاتر از این فیدرها در نتیجه مقدار بیشتر منابع ولتاژ و جریان هارمونیک از شبکه نیرو کشیده خواهد شد .

بانك های خازن تصحیح کننده ضریب قدرت به تعداد زیادتر یا در اندازه بزرگتر منجر به ترکیبات بیشتر پارامترهای مدار برای تولید حلقه‌های رزونانس میشوند ،ایستگاههای کششی قدرت (مانند ،مترو ،تراموا) برای ترانزیت سریع از سیستم های توزیع تغذیه شده ،بعلت آمیختن با بارهای تجاری و مسکونی عموما" سطوح هارمونیک محیطی را افزایش میدهند .

بیشتر صنایع آلومونیم و کلر در فرآیند تولیدات خود از سیستم های dc استفاده مینمایند این تاءسیسات هارمونیك بالا را تولید میکنند . خلاصه آنکه کوچکترین تردیدی باقی نمیگذارد که هارمونیك ها بدون کنترل در سیستم در حال افزایش و توسعه میباشد . در این مقاله سعی شده ضمن شناسائی منابع هارمونیك ها بصورت فشرده ،اثرات زیان آور آنها روی دستگاه‌ها و روشهای کنترل و تقلیل نیز اشاره گردد .

شرح مقاله :

منابع هارمونیك ها :

در سیستم توزیع منابع تولید هارمونیك بسیاری وجود دارد ،بطور کلی میتوان گفت وسایلی که مشخصات عملکرد غیر خطی دارند تولید هارمونیك مینمایند .منابع هارمونیك بدین شرح است :

الف) ترانسفورماتورهای توزیع :

اشباع ترانسفور ماتور : انحراف از یك رابطه خطی بین شار مغناطیسی در آهن و نیروی مغناطیسی ایجاد یك جریان تحریك غیر سینوسی در ترانسفور ماتورها که با ولتاژ سینوسی تغذیه میگردند میکند .وقتیکه ولتاژ داده شده بالاتر از ولتاژ نامی ترانسفورماتور باشد مولفه‌های هارمونیك جریان تحریك اساساً" میتواند افزایش یابد . (شکل یك)

از آنجائیکه ساخت ترانسفور ماتورهای بدون اشباع غیر عملی است ،از اینرو نیز این منبع تغییر شکل موج اجتناب ناپذیر خواهد بود .

ب) ماشینهای گردنده :

در ماشینهای القائی مهم ترین هارمونیك ها عمدتا" بدلیل تغییر در مقاومت مغناطیسی ایجاد شده بواسطه شیارها در رتورو استاتور تولید میشوند . تولید هارمونیك در ماشینهای سنکرون بستگی به عواملی همچون (تحریك) اشباع در مدار اصلی ،مسیر نشتی و فضای نامتقارن سیم پیچی مستهلك کننده دارد .

ج) دستگاههای قوسی :

کوره‌های قوسی و دستگاههای جوشکاری قوسی بعلت مشخصه غیر خطی ولتاژ - جریان قوسهای قدرت تولید هارمونیك مینمایند ،هارمونیك های تولید شده مربوط به هارمونیك جریان میشوند که مشخص تر از هارمونیك های ولتاژ هستند بکلامی دیگر کوره‌های قوسی یك منبع هارمونیك جریان بشمار می آیند اندازه گیریهای بدست آمده از ولتاژ خروجی یك کوره قوسی اشاره به یك هارمونیك متغییر در حد زیادی را مینماید .هارمونیك‌پنجم ولتاژ در شروع ذوب ۸ درصد ،در پایان ذوب ۶ درصد و در مدت تصفیه ۵ / ۲ درصد هارمونیك پایه میباشند .

هارمونیک های مربوطه عموما" هارمونیک پنجم که ممکن است به ۲۰ درصد فرکانس مبناء برسد ، هارمونیک هفتم ۵ تا ۸ درصد فرکانس مبناء میباشد . هارمونیک سوم ، پنجم و هفتم از نوع هارمونیک های مضر بشمار میروند . هارمونیک سوم متغیر در حد زیاد و هارمونیک پنجم و هفتم ثابت میباشند . شکل ۲ جریان و ولتاژ اندازه گیری شده از یک کوره قوسی را ترسیم نموده که تغییر شکل موج آن را برای هر دو کمیت نشان میدهد. در حال حاضر کوره‌های قوسی در واحدهای ۵۰ تا ۱۰۰ مگاواتی ساخته میشوند ، از اینرو از نقطه نظر اثرات هارمونیک ها قابل توجه هستند .

د) وسایل کنترل کننده تریستوری ، پل های دیود و غیره . . . . . .

بعلت اینکه این وسایل بر تغییرات امپدانس سیکلیک در مدار تغذیه قدرت اعمال نفوذ مینمایند هارمونیک ها تولید میگردند . مثال این نوع دستگاهها :

۱- کنترل کننده‌های ولتاژ (برای صنایع حرارتی ، ذوب القائی ، کنترل روشنائی ، کنترل سرعت موتوروغیره)

۲- یکسو کننده ها

۳- اینور ترها

۴- مبدل فرکانس

۵- منابع VAR استاتیکی

برای نزدیک دو دهه گذشته ، تا زمانیکه نیم هادی های قدرت بطور تجاری عرضه نشده بودند استفاده از وسایل مبدل قدرت بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته ، این وسایل بطور دائم منابع برجسته هارمونیک ها در سیستم توزیع محسوب میشوند . جدول یک مقادیر هارمونیک را در جریان ورودی یک کانورتر قدرت ، استاتیکی خط ارتباطی نمونه را نشان میدهد . اعداد صفر در خانه‌ها رابطه تئوریکی تعداد پالس کانورتر را به ترتیب هارمونیک نشان میدهد .

ترتیب هارمونیک ها = $pn \pm 1$

(. . . . . و ۱۸ و ۱۲ و ۶) تعداد پالس = P

(. . . . و ۳ و ۲ و ۱) = n

کانورترهای کاربردی حذف کامل ترتیب های پائین تر هارمونیک را نشان نمیدهند ، زیرا مدار ترانسفورماتور و نامتعادلی در آتش تریستور وجود داشته که در ملاحظات تئوریکی طرحهای اصلاحی در نظر گرفته نمیشوند ، به عنوان مثال نمونه ، مقدار هارمونیک های پنجم و هفتم در کانورتر ۱۲ پالس در واقع ۱۵ تا ۲۰ درصد مقادیر نشان داده شده برای کانورتر ۶ پالسه است .

اثرات هارمونیک ها :

اثرات هارمونیک ها در دو سطح قابل بررسی است ، نخست دستگاه و تاسیسات ، سپس در سطح کنترل ، حفاظت و اندازه گیری . در حالت نخست نتایج نسبتا" بالای هارمونیک های ولتاژ و جریان موجب

Table 1. Percent Harmonic Currents in The Input Current to a Typical Static Power Converter.

Converter of Pulses	Harmonic Order							
	5	7	11	13	17	19	23	25
6	17.5	11	4.5	2.9	1.5	1.0	0.9	0.8
12	0	0	4.5	2.9	0	0	0.9	0.8
18	0	0	0	0	1.5	1.0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0.9	0.8

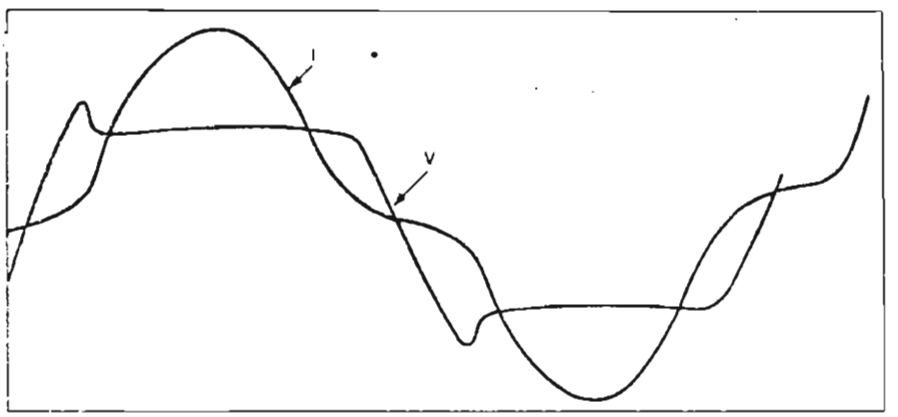


Figure 2. Arc furnace voltage and current.

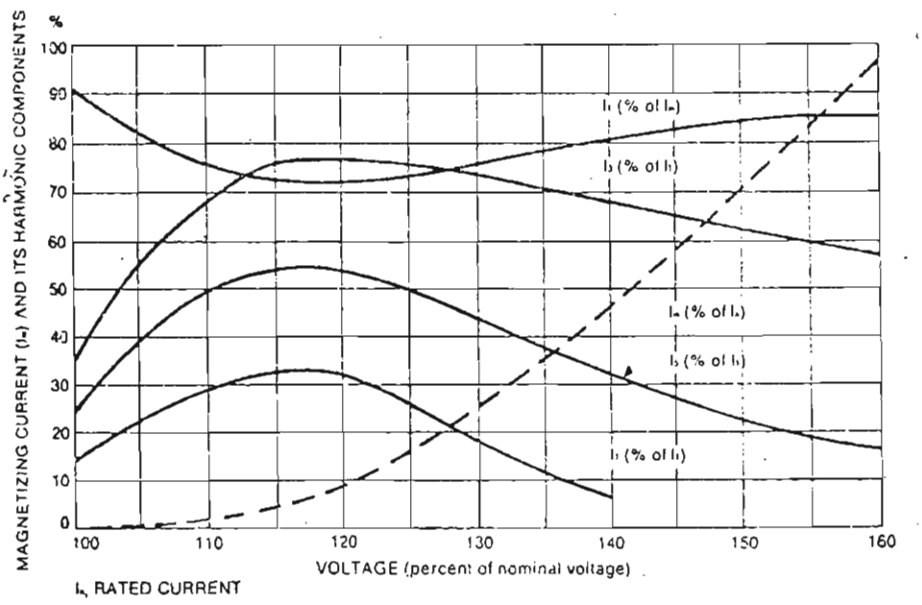


Figure 1. Harmonic components of transformer exciting current.

زیان ،خسارت و معیوب شدن دستگاه یا تلفات بالای غیر قابل قبول انرژی میگردد . حالت دوم شامل تداخل سیستم های مصرفی حفاظتی و کنترل ،و تنزل در دقت سیستم های اندازه گیری میشود .

دستگاه و تاسیسات :

الف) بانك های خازن :

اثرات هارمونیك ها روی خازن‌ها ،تلفات اضافی و حرارت را موجب میگردد . همچنین نسبت قاری نامطلوب بین هارمونیك و ولتاژ اعمال شده به خازن ممکن است منجر به افزایش بیشتر از ده درصد ولتاژ مجاز خازن گردد . این مهم و قابل توجه است ،زیرا کرونا در این سطح ولتاژ شروع و باعث تقلیل عمر خازن و یا معیوب شدن خازن میگردد . ولتاژ فوق تابعی است از ولتاژ پیك به پیك و نه ولتاژ V_{rms} از اینرو موارد کاربرد اغلب بگونه ایست که اصولا" جمع حسابی ولتاژهای کرست پایه و هارمونیك از ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی کرست خازن تجاوز ننماید (ولتاژ نامی خازن × $\sqrt{2}$ × ۱/۱)،سر انجام بایستی اطمینان لازم را بوجود آورد که هارمونیك ها تولید جریان و V_{ar} متجاوز از مقادیر نامی در خازن را ، ننمایند .

ب) ماشین های گردنده :

در موتورهای القائی بازده و حرارت دو سیمای قابل بررسی هستند . هارمونیك ها در گشتاور موتور اثر داشته اما عموما" انتظار نمیرود مهم و قابل توجه باشند ،همچنین نوسانات مکانیکی تولید شده در اثر گشتاورهای نوسانی بواسطه یك اثر متقابل بین جریانهای هارمونیك و فیلد مغناطیسی مبناء میباشد. برای ماشین های سنکرون اثرات مشابه است ،اصل مهم حرارت ایجاد شده خصوصا" بواسطه جریان القاء شده در رتور میباشد .

ج) ترانسفورماتورها :

هارمونیك های ولتاژ موجب افزایش تلفات آهنی و هارمونیك های جریان سبب افزایش تلفات مس و تلفات شار میگردند . نتیجه افزایش حرارت است که ممکن است ناچیز باشد .لحظاتی است که اولین علائم موجود سطوح هارمونیك غیر قابل تحمل ،بشدت حرارت ترانسفورماتورها را زیاد میکند .

د) سویچگیر :

یك اثر بدیهی جریان‌های هارمونیك ،زیاد شدن حرارت و تلفات است. امکان اثر گذاشتن روی قطع کننده‌های مدار وجود دارد . بهر حال در این رابطه هیچگونه راهنمائی وجود ندارد .

گ) اضافه ولتاژ یا اضافه جریان سیستم :

نوسانات وسیع بار در سیستم توزیع همراه با تغییر سطوح V_{ar} خازنی منجر به نوسانات قابل ملاحظه در مدار و فرکانس های رزنانس میگردد . خصوصا" مداراتی که متحمل جریان و ولتاژ منابع هارمونیك فوق الذکر شده اند میتوانند به سطوح بالای ولتاژ و جریان غیر قابل انتظار در سیستم

هدایت گردند . این مسئله منتهی به معیوب شدن نابهنگام عایقی دستگاه میشود ، همچنین در بعضی موارد نادر منجر به معیوب شدن برقگیر شده است . اضافه جریانهای هارمونیك ممکن است باعث سوختن و همچنین مشکلاتی برای اسباب های مدار شکن (Load break) تداخل القائی ، ازدیاد هدایت و تلفات بیش از اندازه و حرارت گردد .

ل) فیوزها :

جریانهای هارمونیکی با دامنه وسیع میتواند باعث سوختن فیوز شوند ، همچنین روی مشخصات جریان - زمان فیوز تاثیر بگذارد ، زیرا حرارت بیشتر از حرارت پیش بینی شده در المان های ذوب شونده فیوز ایجاد میگردد زمانهای ذوب مینیموم کوتاهتر شده ، بویژه برای فالت ها با مقدار پائین تر .

کنترل ، حفاظت و اندازه گیری :

الف) RIPPLE و جریان کریر سیستم :

دستگاههای گیرنده کنترل RIPPLE سیستم ها که در رنج ۲۹۰ تا ۱۶۵۰ کیلو هرتز تنظیم شده اند ، قابلیت پذیرش تداخل فرکانس قدرت را دارا میباشند . هارمونیك های تداخلی پتانسیلی از کانورترها و یا کوره‌های قوسی با دامنه خیلی پائین در سیستمهای جریان کریر که در رنج ۵ تا ۱۰ کیلو هرتز و تا ۳۰۰ به ۴۰۰ کیلو هرتز عمل میکنند را دچار اشکال میسازد .

ب) رله‌های حفاظتی :

از مطالعات اثرات هارمونیك ها روی رله‌ها ، نتایج برجسته ذیل استنتاج گردیده است :

۱- رله‌ها در آزمایشات ، تمایل به عملکرد کندتر یا در مقادیر راه‌انداز بالاتر از مقادیر واقعی را نمایش میدهند .

۲- مشخصه‌های عملکرد رله‌های استاتیکی فرکانس پائین دچار تغییرات اساسی میگردند .

۳- تغییرات در مشخصات عملکرد نسبت به محدوده تغییر شکل پیش بینی شده نسبتا" کوچك میباشد .

آزمایشات روی رله‌های اضافه ولتاژ و اضافه جریان در مشخصات عملکرد تغییرات متفاوتی را نشان داده که بستگی به نوع کارخانه سازنده رله دارد . گشتاورهای عمل کننده در بعضی فرکانس ها میتواند معکوس شده زمان عملکرد بطور وسیعی همچون یك تابعی از ترکیب فرکانس کمیت اندازه گیری شده را تغییر دهد . محدوده دید رله‌های امپدانسی از نوع متعادلی دچار نوسان میگردد (کم یا زیاد میشود) . عملکرد سریع رله‌های دیفرانشیال میتواند آسیب پذیر باشد که این وضعیت در چندین آزمایش منجر به عدم عملکرد رله گردیده است ، بطور کلی دقت و هوشیاری رله‌های حفاظتی تحت تاثیر هارمونیك های شبکه دچار نقصان و تنزل میگردند .

د) دستگاههای اندازه گیری :

نتیجه مطالعات انجام شده نشان میدهد ، وسائل اندازه گیری قدرت ، خصوصا" بعضی ترانسدیوسرهای وات الکترونیکی تحت تاثیر هارمونیك‌ها قرار میگیرند . وجود ۲۰٪ هارمونیك پنجم

موجب ۱۰ تا ۱۵٪ خطا در ترانسدیوسرهای وات الکترونیکی سه فاز با دوالان شده است .

اما در مورد وات مترهای القائی خطای ناشی از هارمونیك ناچیز و قابل قبول میباشد ،بسته به نوع دستگاه اندازه گیری امکان هر دو خطای مثبت و منفی وجود دارد . دستگاههای اندازه گیری از نوع solid-state گران قیمت میتوانند اندازه واقعی قدرت را با شکل موج اندازه گیری نمایند ،بهر حال هارمونیك ها در رابطه با اندازه گیری var بعلت اینکه مفهوم کمیت فیزیکی را ندارند ایجاد اشکال مینمایند ، زیرا مفهوم ریاضی بر اساس شکل موج سینوسی خالص را دارا میباشند .

تداخل القائی :

هم آهنگی القائی سیستم های قدرت و تلفن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است،سه عامل مهم محل و اتصال بانك‌های خازن ،ازدیاد تحریك ترانسفورماتورها و عدم تعادل بار فیدر در مسائل القائی طرح و عملیاتی شبکه نیرو تاءثیر دارد .یك گروه تحقیقاتی حدود ۶۰ سال پیش در رابطه با تجزیه و تحلیل و کاهش اثرات سیستمهای قدرت بر روی ارتباطات صدا مطالعاتی انجام داده که نتایج این گروه توام با عملکرد عملی مهندسین و پیشرفت در امر تکنولوژی ساخت تجهیزات ارتباطی باعث کاهش مسائل اولیه گردیده است.اخیرا" بعضی از دلایل عمده که باعث تمایل هر دو شرکتهای سازنده تلفن و قدرت درطراحی سیستمها شده بشرح ذیل میباشند :

۱- شبکه‌های حلقوی طولانی تر تلفن.

۲- توسعه شبکه‌های سرویس دهی تلفن به محل‌های ناهموار و دور دست .

۳- بکارگیری سیستمهای ارتباطی برای ارسال اطلاعات به روش های جدید ،

۴- تکثیر وسایل کنترل کننده تریستوری

۵- اضافه شدن جریانهای اتصال زمین در سیستم قدرت

روشهای کنترل هارمونیك :

با تداخل هارمونیك‌ها در شبکه توزیع بد و صورت میتوان برخورد نمود ،در منبع تولید هارمونیك ،یا در حوزه دستگاهی که تحت تاءثیر اثرات هارمونیك قرار خواهند گرفت.

در منبع هارمونیك به چند روش متد اول میتوان هارمونیك را کنترل نمود :

۱- حذف نمودن جریان ولتاژ بوسیله ترانسفورماتور : با انتخاب اتصالات مناسب بین سه فاز بشکلی که منجر به حذف برداری هارمونیك ها تا تعداد پالس مورد نظر گردد .

۲- کاهش اندازه نسبی مولد هارمونیك : در نتیجه‌بلعت محدود شدن قدرت نامی دستگاه نسبت به ظرفیت اتصال کوتاه شبکه در نقطه نصب میگردد یا بالعکس افزایش ظرفیت اتصال کوتاه شبکه . تلاش در این راستا صورت میگیرد که حالت رزنانس در هارمونیك های بالا که از قدر مطلق کوچکتری برخوردار است ایجاد شود .

۳- فیلتر شنت : بعلت آنکه در کوره‌های قوسی هارمونیك‌های پنجم و هفتم متبلور میگردند لازم است درجوار

ترانسفورماتور کوره فیلترهائی برای هارمونیک‌های پنجم وهفتم تنظیم شوند .

تنظیم فیلتر در کانورترها که بستگی به مشخصات سیستم دارند فقط برای هارمونیک پنجم، و یا پنجم هفتم ویا پنجم ، هفتم و یازدهم و یا غیره میباشد انجام میگردد .

۴- روش تکثیر فازی : اساس کانورتر یك واحد ۶ پالسی است . با پارالل نمودن دو واحد ۶ پالسی که ۳۰ درجه اختلاف فاز الکتریکی را نسبت بیکدیگر دارا باشند یك واحد ۱۲ پالسی بوجود خواهد آمد (کانورتر ترانسفورماتور ۲-۲ و ۲-۵) جدول یك نتیجه پائین آوردن هارمونیك است. بطور عموم طرح تعداد پالس های زیادتر ، تداخل هارمونیك کمتری تولید مینماید .

کنترل هارمونیك‌ها را میتوان در شبکه به روشهای ذیل اجراء نمود :

۱- محل استراتژیکی بانك‌های خازن تصحیح کننده ضریب قدرت : این یك تکنیك کاربردی است برای ساده نمودن مسائل تداخل القائی ، بعلاوه با استفاده از تجارب عملی گراند نمودن و اندازه بانك ها از ایجاد شرایط مساعد برای بزرگ سازی هارمونیك‌ها میتوان جلوگیری بعمل آورد .

۲- فیلتر شنت : راه حل انتخابی در نقطه شروع تاثیر هارمونیك ، بدو عامل بستگی دارد :

الف) نوع تجهیزاتی که در معرض تداخل القائی قرار دارند .

ب) مسائل اقتصادی .

در حالتی که مسائل هارمونیکی تولید و یا بوسیله اشباع ترانسفورماتور وخیم تر میگردند ، راه حل کنترل نمودن منبع تغذیه ازدیاد تحریك واحدها ، با جلوگیری و ممانعت از اضافه ولتاژهای بالاتر از ولتاژ نامی که منجر به ازدیاد تحریك ترانسفورماتورها میگردد .

روش های آنالیز هارمونیك :

بمنظور برخورد مناسب با مسائل پتانسیلی هارمونیك ها در سیستم توزیع چند نوع دستگاه مدل سازی قابل استفاده وجود دارد . مدل‌های ساخته شده می بایستی با شبکه الکتریکی و منابع هارمونیك مطابقت و توانائی لازم را دارا باشند ، در این رابطه چهار وسیله محاسباتی مورد استفاده قرار میگیرد .

۱- کامپیوتر آنالوگ

۲- کامپیوتر هابرید

۳- کامپیوتر دیجیتال

۴- تجزیه گر شبکه

نظر باینکه نتایج حاصله از روشهای کامپیوتر دیجیتال و تجزیه گر لحظه‌ای شبکه با اندازه‌گیری عملی مطابقت داشته است ، بدو روش فوق مختصراً اشاره میگردد :

کامپیوتر دیجیتال :

برای آنالیز هارمونیك شبکه‌ها در حالت یکواخت برنامه تحلیل گر فرکانس شبکه سه فاز وجود

دارد ،امکان تخصیص مشخصات وابسته به فرکانس به انشعابات مقاومتی / القائی و نیز انشعابات خط انتقال میسر میباشد . منابع جریان و ولتاژ چند فازی بکار برده شده می بایستی با قدر مطلق فرکانس و زاویه فاز مشخص گردند ،تکنیك راه حل شبکه‌های بزرگ و تقلیل زمان و حافظه مورد نیاز با بکار گیری روش ماتریس امپدانس انجام میگردد ،خروجی برنامه فوق ممکن است شامل قدر مطلق ،فاز یا مولفه های حقیقی و موهومی جریانها و ولتاژها یا امپدانس شبکه همچون تابعی از فرکانس باشد .

تحلیل گر لحظه‌ای شبکه یا (TNA):

آنالیزر لحظه‌ای شبکه دارای یك منبع تغذیه متغیر فرکانس بوده بطوریکه این امر امکان مطالعه روی محدوده فرکانس بین ۴۵ تا حدود ۵۰۰۰ هرتز را هموار میسازد . اجزاء مدل شبکه دارای یك مشخصات وابسته به فرکانس قابل اطمینان در محدود فرکانس فوق بوده بنابراین آنالیزر را میتوان برای مطالعه هارمونیك سه فاز بکار برد .

محدودیت عمده تکنیك فوق در مقایسه با تکنیك کامپیوتر دیجیتال ثابت بودن تعداد اجزاء مدل شبکه میباشد که ایجاد محدودیت مطالعاتی داشته و قابل اجراء برای تمامی شبکه‌ها نمیباشد .

تکنیك های مطالعاتی :

مطالعات هارمونیك شبکه به شابه اجزاء طراحی شده سیستم جهت ارزیابی اثرات بارهای تولید کننده هارمونیك ساخته شده است ،چنین مطالعه‌ای عکس‌العمل متقابل شبکه را همچون تابعی از فرکانس مشخص نموده و منجر به شناسائی الگو جریانها و ولتاژهای هارمونیك شبکه میگردد ،فاز نهائی مطالعه روشهای پیشنهادی کنترل هارمونیك را ارزیابی مینماید .

دوالین ضروری اسباب آنالیزرهارمونیك شبکه عبارتند از :

۱- رفتار صحیح وابسته به فرکانس اجزاء انشعاب مدل شده

۲- مدل سازی صحیح منابع هارمونیك

اولین ضرورت مربوط میشود به تغییر در مقاومت ها ،اندوکتانس ها همچون تابعی از فرکانس خطوط ،کابلها ،ترانسفورماتورها ،راکتورها و غیره . . . . . اندوکتانس بر روی نقاط فرکانس رزنانس اثر گذاشته و مکانیسم تلفات مقاومتی قدر مطلق و فازهای جریانها و ولتاژها و امپدانس های پیش بینی شده را تحت تاءثیر قرار میدهد .

مدل سازی منابع هارمونیك بدو طریق انجام میگیرد :

۱- منابع جریان یا ولتاژ فرکانس ثابت در پشت یك امپدانس معادل امکان مطالعه اثرات متقابل شبکه یا منبع را در فرکانس های منفك میسر میسازد ،پیش فرض بر این مبناء است که امکان برآورد صحیح امپدانس داخلی منبع و ولتاژ یا جریان همچون تابعی از فرکانس وجود دارد .

۲- مدل های دینامیکی مناسب در یک محدوده عریض رنج فرکانس.

مدل سازی منابع هارمونیک در فرکانس های مختلف بیشتر در مطالعات دیجیتالی کاربرد دارند. مدل های دینامیکی اغلب در مطالعات تحلیل گرها ،کامپیوترهای آنالوگ و کامپیوترهای هایبرد استفاده میگردند. ممکن است کانورتر کنترل کننده فاز میناتوری شده ،مدارات الکترونیکی برای نمونه سازی مشخصات کوره قوسی ،وسائل مغناطیسی قابل اشباع برای نمایش اشباع ترانسفورماتور و غیره ..... باشند.

یک یادآوری ویژه در مورد خازن ها وجود دارد ،در هر مطالعه‌ای نمایش محل و قدر مطلق بانک های خازن ،خازن های سری ،اسابهای خازنی الزامی است ،اثر متقابل شبکه نسبت به الان های خازنه بینهایت حساس میباشد.

بیشتر مطالعات اثرات هارمونیک در فرکانس های پائین تر از هارمونیک پنجاهم میباشد ،بویژه بیشتر تمرکز روی هارمونیک پائین تر از بیست و پنجم بوده ،زیرا مقادیر هارمونیک های ترتیب پائین تر ممکن است نسبتا" بزرگ و اصولا" نقاط رزنانس شبکه بین هارمونیک پنجم و سیزدهم میباشد.

بنابراین ثابت شده اثرات ناشی از این هارمونیک ها روی دستگاه و عملکرد شبکه غیر قابل تحمل و مضر میباشند. مسائل تداخل القاء نیز در فرکانس های پائین تر از هارمونیک بیست و پنجم بوقوع پیوسته است حاصل بررسیها نشان داده که بروز و مشکلات تا محدود ۵ کیلو هرتز صورت پذیرفته است.

REFRENCES:

1- ELECTRICAL TRANSMISSION & DISTRIBUTION
REFERENCE BOOK WESTINGHOUSE

2- ELECTRICAL DISTRIBUTION
REFERENCE BOOK WESTINGHOUSE

3 BEHAVIOR OF APPARATUS UNDER INFLUENCE OF VOLTAGE & CURRENT HARMONICS
C.GOLDBERG

4- EFFECT OF SYSTEM HARMONICS ON POWER SYSTEM RELAYS
F.A JOST,D.F. MENZIES

5- CORRECTING INDUCTIVE INTERFERENCE PROBLEMS ELECTERICAL WORLD

6- DIGITAL CALCULATIONS OF THE HARMONIC LOAD IN POWER SYSTEM AND EQUIPMENT
SIEMENS

7- A NEW TNA PART 1- DESIGN FEATURES PROVIDE VERSATILE CAPABILITIES
J.K DICKSON

8- منابع دیگر کارخانجات اروپایی- امریکایی

Protokoll DIP 8000

Mätning: PTS 104 Rua B Coop (from PS13)

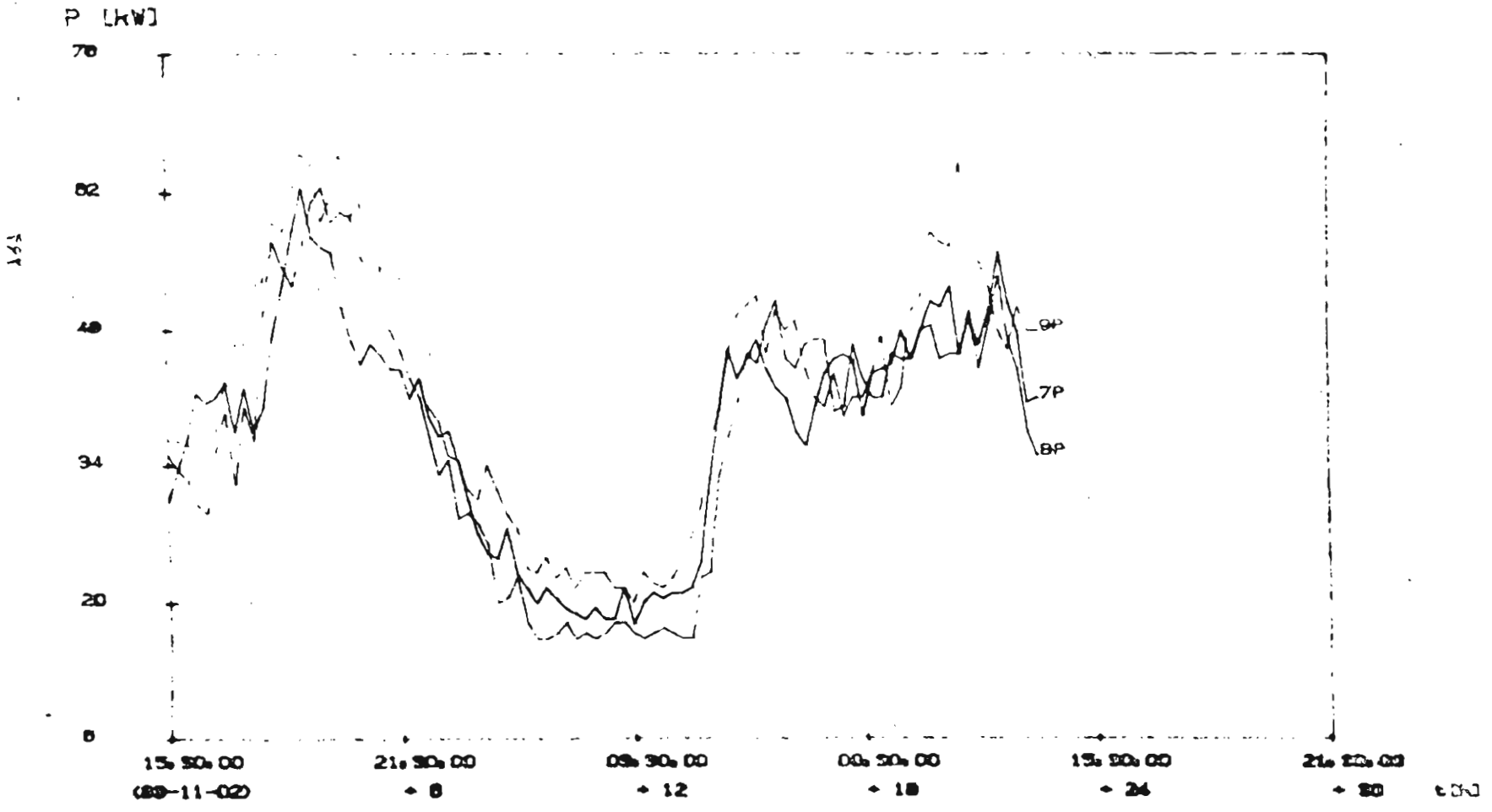
Samplingar/lagring: 15 st.

Kanaler: 7: PHASE R [P]
8: PHASE S [P]
9: PHASE T [P]

Bergman & Co

Startdatum: 89-11-02 Starttid: 15:08:57

Samplingsintervall: 0:1:0.0 [H:M:S.S/10]



Picture 4