بررسی علل سوختن کنتورهای دیماندی دیجیتالی

مسعود ایرانی دوست
شرکت توزیع نیروی برق استان فارس

کلمات کلیدی : کنتور دیماندی دیجیتالی – دوفاز شدن – خازن – الکترو موتور

چکیده :
در این مقاله علت سوختن کنتورهای دیماندی دیجیتالی که با انجام آزمایشات گوناگون وتجزیه تحلیل آنها مشخص شده ارائه می گردد.

مقدمه :
با توجه به رشد روز افزون تعداد مشترکین بزرگ واهمیت اندازه گیری دقیق انرژی مصرفی آنان نیاز به کنتور های جدید احساس شد و در سالهای اخیر کنتور های دیجیتالی تولید و نصب گردید .
نسل اول کنتورها بصورت نیمه دیجیتالی بود از دو قسمت مکانیکی و دیجیتالی تشکیل شده بود که به کنتورهای **MD200,MD300** معروف بود پس از آن شرکتهای دیگری همچون شرکت کرمان تابلو اقدام به تولید کنتورهای تمام دیجیتالی اکتیو و راکتیو نمود . از طرفی باتوجه به نیاز روز افزون بازار شرکتهای مختلفی اقدام به واردات کنتور نمودند که از جمله آنها کنتور های **ABB** را میتوان نام برد.
استفاده از کنتورهای دیجیتالی که علاوه بر داشتن محاسن زیاد از جمله پایین بودن خطای اندازه گیری و همچنین نداشتن خطا بر اثر طول عمر (بدلیل نداشتن قسمتهای مکانیکی) بسیار ایده آل به نظر میرسید که ناگهان مشکل جدیدی بروز کرد که آن سوختن کنتورهای دیجیتالی بود .
در این مقاله بررسی های انجام شده در خصوص علت سوختن کنتورهای دیجیتالی ارائه گردیده است . امید که با رعایت موارد فوق شاهد جلوگیری از سوختن بیش از این کنتورهای دیجیتالی گردیم که این خود کمک به از هدر نرفتن سرمایه های ملی می باشد .

بررسی ولتاژ و جریان :
در بررسی های بعمل آمده از کنتورهای سوخته مشخص شد که عمدتا سوختن کنتورها به دو دلیل اصلی اضافه ولتاژ و اضافه جریان می باشد لذا نسبت به بررسی ولتاژ محل و همچنین جریان مصرفی مشترکینی که کنتور آنها دچار سوختگی گردیده بود اقدام گردید و مشاهده شد که ولتاژ در حد نرمال و قابل قبول ۴۰۰-۳۸۰ ولت می باشد لذا فرضیه دوم که احتمال بالا رفتن ولتاژ در ساعات انتهایی شب بود مورد نظر قرار گرفت و با نصب دستگاه هارمونیک سنج **UMG 503** در ۲۴ ساعت شبانه روز وثبت مقادیر ولتاژ وجریان در فواصل ۵ ثانیه ای مشخص شد که هیچگونه اثرات افزایش غیر استاندارد ولتاژ و جریان در ساعات مختلف وجود ندارد . لذا با توجه به رد شدن این فرضیه نیز فرضیه سوم که تجاوز از قدرت قراردادی ودر نتیجه افزایش جریان ثانویه ترانس جریان مورد بررسی قرار گرفت که در این مورد هم مشخص شد که از تعداد ۱۰ مورد مشترک بزرگ که کنتوردیماندی آنها سوخته تعداد ۶ مورد از آنها هیچگونه تجاوز از قدرت قراردای نداشته وحتی از آن میزان هم مصرف کمتری داشته اند . که در نتیجه این فرضیه هم نادرست بعمل آمد .

بررسی حالات خاص :
با توجه به اینکه فرضیه های افزایش ولتاژ وجریان در حالات عادی نادرست بعمل آمد در مرحله بعد تصمیم گرفته شد تا حالات خاص از جمله دوفاز شدن شبکه فشار متوسط (سمت اولیه ترانس) مورد بررسی قرار گیرد.

دو فاز شدن شبکه فشار متوسط:
جهت انجام این آزمایش اقدام به دو فاز نمون اولیه ترانس در سه حالت مختلف زیر گردید :

۱- حالت اول با بار سلفی
۲- حالت دوم با بار سلفی و خازنی
۳- حالت سوم با بار خازنی

در این آزمایش موارد فوق با شرایط فنی زیر مورد بررسی قرار گرفت :

قدرت ترانس مورد آزمایش	**50 KVA**
قدرت الکترو موتور	**37 KW**
توان خازن	**30KVAR**

مراحل آزمایش :

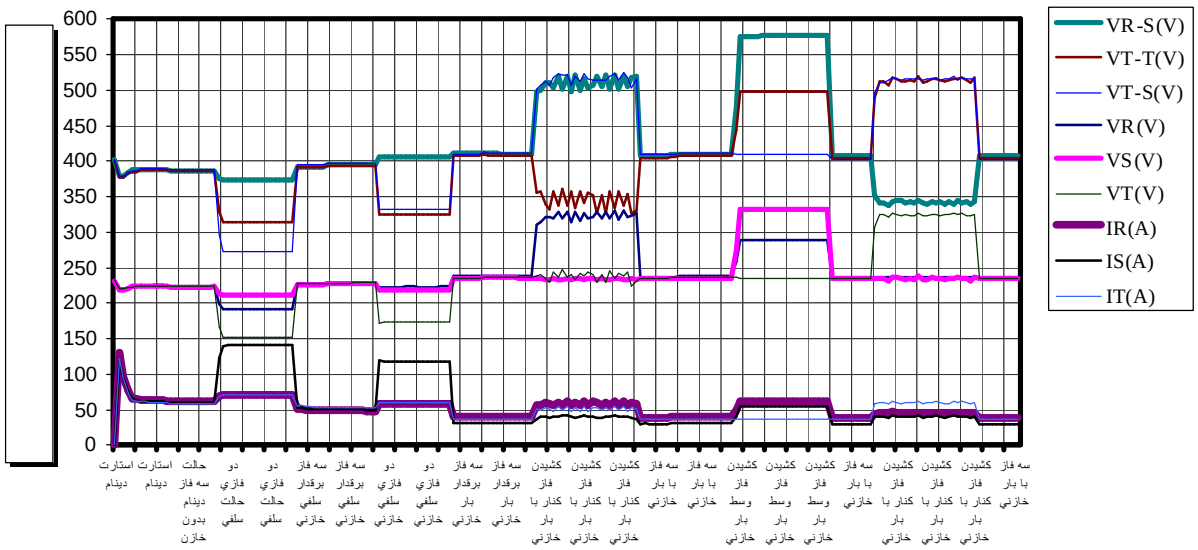
در ابتدا با تنظیم دستگاه هارمونیک سنج جهت ثبت مقادیر ولتاژ و جریان فازی در فواصل ۵ ثانیه ای اقدام و دستگاه نصب گردید .

در آزمایش اول که الکترو موتور به تنهایی در سرویس قرار داشت اقدام به دو فاز نمودن شبکه فشار متوسط (اولیه ترانس) گردید که دراین حالت مشاهده شد ولتاژ فاز **S** از ۲۳۰ ولت به ۱۵۱ ولت کاهش و جریان فاز **R** از ۵۰ آمپر تا ۱۴۱ آمپر افزایش نمود لاکن با توجه به وجود داشتن سه فاز، الکترو موتور همچنان بدون مشکل خاصی به کار خود ادامه داد اما جریان فاز **R** به بیش از دوبرابر مقدار نامی خود افزایش پیدا نمود و جریان ثانویه ترانس جریان (۵۰/۵) تا ۱۴ آمپر بالا رفت که این خود باعث ضربه شدید جریان به کنتور گردیده و همچنین کنتور نیز به اشباع رفت و از ثبت انرژی مصرفی مشترک عاجز ماند (نمودار شماره ۱).

در آزمایش دوم در حالی که الکترو موتور و خازن هردو در سرویس قرار داشت اقدام به دو فاز نمودن شبکه فشار متوسط گردید که این حالت نیز مشابه حالت اول بوده ولیکن ولتاژ فاز **S** تا ۱۷۵ ولت کاهش و جریان فاز **R** تا ۱۱۸ آمپر بالا رفت (نمودار شماره ۱).

در آزمایش سوم در حالی که خازن به تنهایی در سرویس قرار داشت اقدام به دو فاز نمودن شبکه فشار متوسط گردید که در این حالت مشاهده شد ولتاژ فاز **R** تا ۲۹۰ ولت و ولتاژ فاز **S** تا ۳۳۲ ولت (خطی بین **R-S** تا ۵۷۷ ولت) افزایش پیدا نمود که با توجه به حداکثر ولتاژ قابل تحمل کنتورهای دیجیتالی این امر باعث سوختن این نوع کنتورها می گردد . (جدول شماره ۱)

نمودارشماره 1 - آزمایشات دو فازی ترانس 50 در بارهای مختلف



همانطور که در نمودار شماره ۱ ملاحظه می فرمایید حالات ذکر شده باعث افزایش ولتاژ خطی تا مقدار ۵۷۷ ولت می گردد لذا جهت مشخص شدن اینکه قطع کدام یک از فاز ها باعث افزایش ولتاژ بیشتری میگردد آزمایش آخر که حالت دوفازی ترانس با بار

خازنی بود جهت هر سه فاز تکرار گردید که مشاهده شد در حالت قطع فاز وسط سمت اولیه ترانس بیشترین افزایش ولتاژ را در ثانویه ترانس خواهیم داشت (جدول شماره ۲).

در مرحله بعد جهت مشخص شدن تاثیرات تغییر در توان خازن و همچنین تاثیرات تغییر در قدرت ترانس آزمایشات فوق تکرار شد .

جدول شماره ۱ – آزمایش دو فازی ترانس در بارهای مختلف

ولتاژخطی			ولتاژ فازی			جریان			نوع بار
R-S	R-T	T-S	R	S	T	R	S	T	
402	401	402	233	232	232	0	0	0	سه فاز بدون بار
266	373	375	177	176	232	0	0	0	دوفاز بدون بار
386	386	387	233	222	223	61	59	59	سه فاز با بار سلفی
372	313	272	191	211	151	70	**141**	70	دو فاز با بار سلفی
394	393	396	229	227	228	49	51	53	سه فاز با بار سلفی خازنی
406	325	333	223	219	173	58	118	59	دو فاز با بار سلفی خازنی
411	408	412	238	236	236	39	30	36	سه فاز با بار خازنی
577	**497**	**409**	**289**	**332**	**235**	**61**	**54**	**36**	**دو فاز با بار خازنی**

جدول شماره ۲ – آزمایش دو فازی ترانس در بار خازنی برای فازهای مختلف

ولتاژخطی			ولتاژ فازی			جریان			نوع بار
R-S	R-T	T-S	R	S	T	R	S	T	
403	400	402	233	232	233	0	0	0	سه فاز بدون بار
410	407	410	238	234	235	40	30	37	سه فاز با بار خازنی
521	334	519	329	235	234	60	40	53	قطع فاز R اولیه ترانس
577	497	409	289	332	235	62	54	37	قطع فاز S اولیه ترانس
340	516	517	236	235	325	46	42	62	قطع فاز T اولیه ترانس

بررسی تاثیر تغییر قدرت خازن در افزایش ولتاژ در حالت دو فازی خازنی :

جهت بررسی موضوع فوق این بار آزمایشات فوق با شرایط فنی زیر تکرار شد .

قدرت ترانس **50KVA**

توان خازن **25 KVAR**

که با توجه به نتایج بدست آمده زیر مشخص شد که کاهش توان خازن رابطه مستقیم با افزایش ولتاژ داشته و میزان افزایش ولتاژ کمتر شده و ولتاژ حداکثر تا ۵۳۰ ولت افزایش می یابد (نمودار شماره ۲).

بررسی تاثیر افزایش قدرت ترانس در افزایش ولتاژ در حالت دو فازی خازنی :

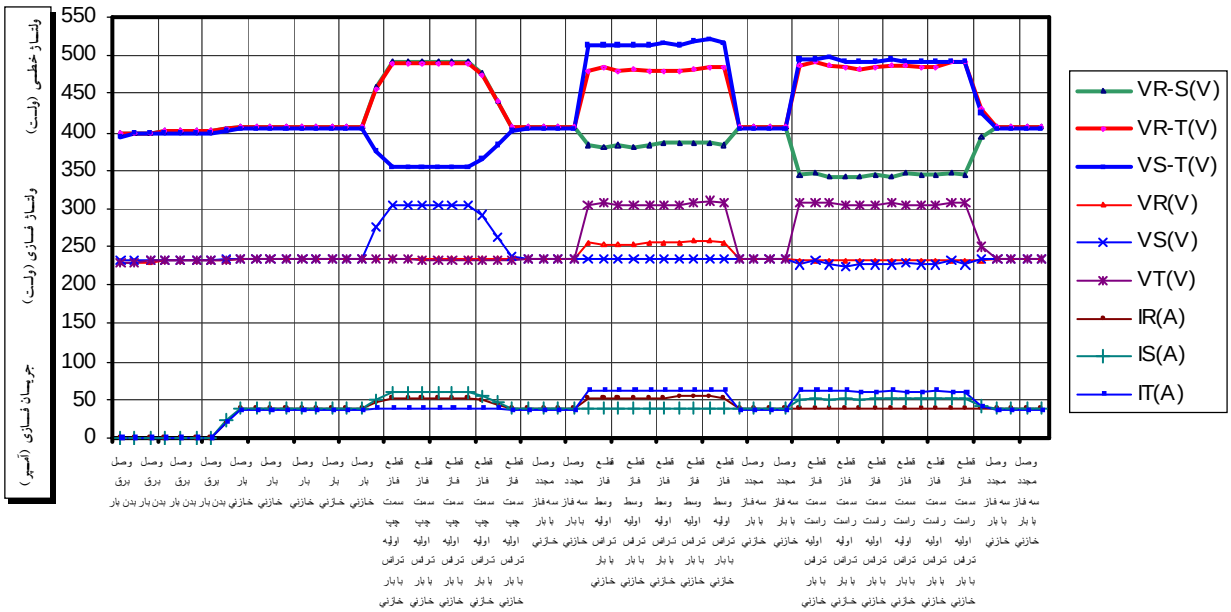
جهت بررسی موضوع فوق این بار آزمایشات فوق با شرایط فنی زیر تکرار شد

قدرت ترانس **100 KVA**

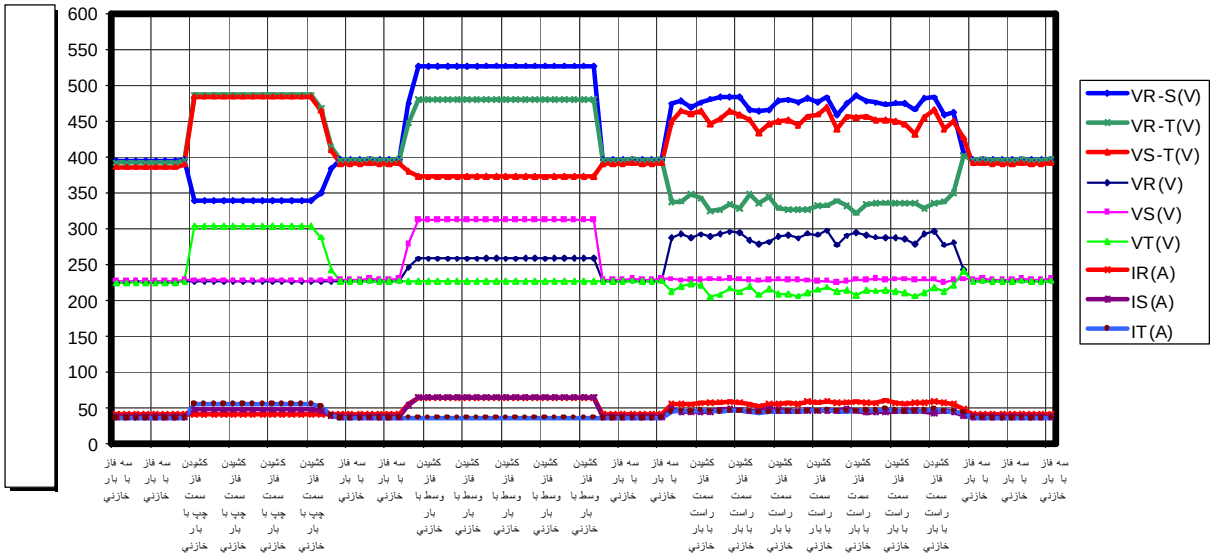
توان خازن **30KVAR**

که با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شدت افزایش قدرت ترانس تاثیری در افزایش و یا کاهش ولتاژ در حالت دو فازی خازنی ندارد (نمودار شماره ۳) .

نمودار شماره 2 - بررسی دو فاز شدن ترانس 50 KVA با بار خازنی 25 کیلو وار



نمودار شماره 3 – دو فازی ترانس100 **KVA** با خازن 30 کیلو وار



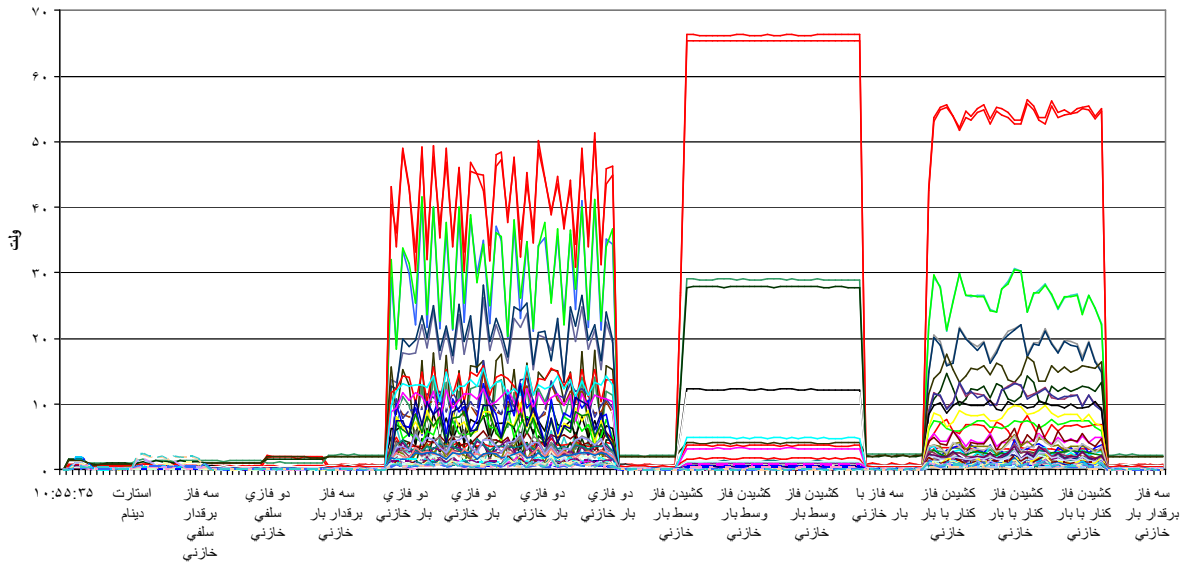
اثرات هارمونیکی در حالت دوفازی ترانس در بارهای مختلف :

در مرحله بعد نسبت به بررسی اثرات هارمونیکی ناشی از دو فازی ترانس انجام شد جهت این امر نسبت به تنظیم دستگاه هارمونیک سنج جهت ثبت هارمونیکهای دوم تا بیستم ولتاژ در فواصل ۵ ثانیه اقدام گردید و پس از انجام آزمایشات فوق نتایج زیر حاصل گردید با توجه به نمودار زیر نتایج زیر مشخص شد :

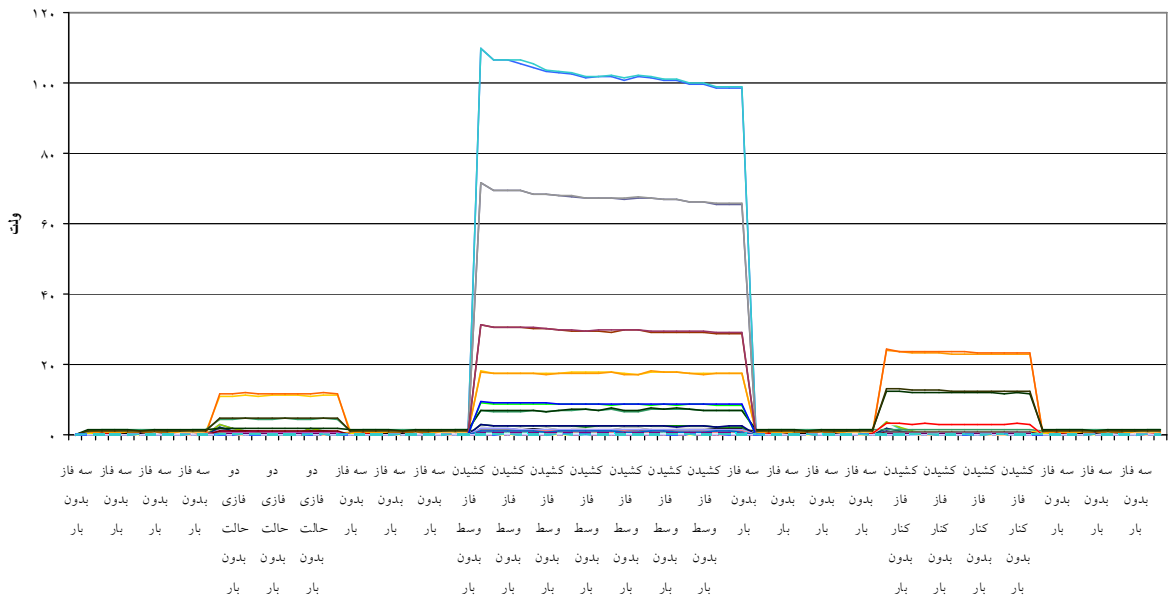
در حالت دو فازی ترانس با بار خازنی بیشترین اثرات هارمونیکی بوجود می آید که قویترین هارمونیک ؛ هارمونیک سوم می باشد که یکی دیگر از علت های سوختن کنتورهای دیجیتالی می باشد. ضمنا سایر هارمونیکها به ترتیب ۳–۲–۴–۵–... میباشد (نمودار شماره ۴) .

در حالت دو فازی بدون بار هارمونیک دوم از همه قوی تر می باشد و بلاخره در حالت دوفازی با بار سلفی و همچنین بار سلفی وخازنی اثرات هارمونیکی قابل توجهی بوجود نمی آیدضمنا سایر هارمونیک ها به ترتیب ۲–۴–۶–..... میباشد (نمودار شماره ۵).

نمودار شماره ۴ - اثرات هارمونیکی ناشی از دو فاز شدن ترانس در بارهای سلفی و خازنی



نمودار شماره ۵ - اثرات هارمونیکی در حالت دوفاز شدن ترانس بدون بار



نتیجه گیری :

با توجه به اینکه اکثر شبکه های توزیع در کشور ایران دارای حفاظت کت اوت در طول خطوط و همچنین در ورودی ترانسها می باشد لذا احتمال دو فاز شدن شبکه فشار متوسط به علت سوختن المنت کت اوت ها به هر دلیلی امکان پذیر بوده وقابل پیشگیری نیز نمی باشد . لذا در این حالت جهت مشترکین بزرگ که اکثرا کشاورزی نیز می باشند ۳ حالت زیر بوجود خواهد آمد .

1- حالتی که مشترک دارای سیستم کنترل فاز نباشد :

دراین حالت که مشترک دارای سیستم کنترل فاز نیست پس از دو فاز شدن شبکه الکتروموتور همچنان به کار خود ادامه داده ولی جریان یکی از فازها به مقدار بیش از دوبرابر جریان نامی افزایش پیدا می کند لذا جهت جلوگیری از ضربه شدید جریان به کنتور

پیشنهاد میگردد که جهت کلیه مشترکین دیماندی از ترانس جریان با حداقل دو برابر جریان خریداری استفاده گردد ویا کارخانجات کنتور سازی قدرت تحمل کنتورهای خود را تامیزان دو برابر جریان نامی طراحی فرمایند.

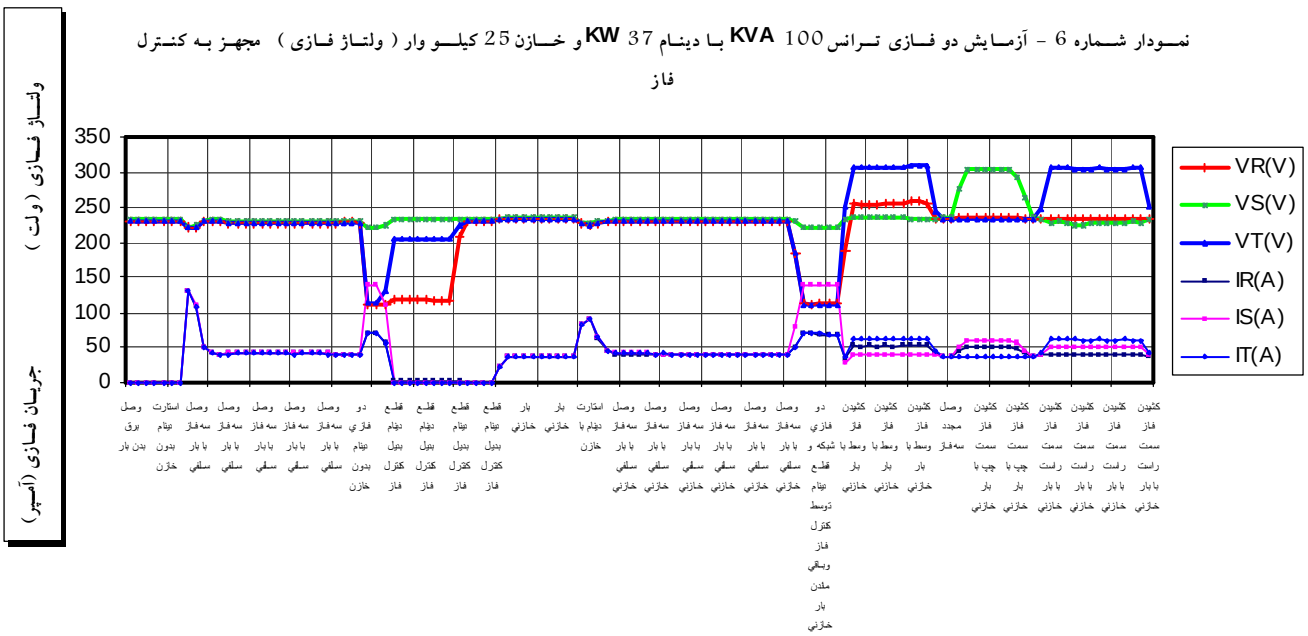
۲–حالتی که مشترک دارای سیستم کنترل فاز باشد ولی سیستم مدار فرمان خازن بصورت اتوماتیک نباشد :

در این حالت پس از دو فاز شدن شبکه فشار متوسط کنترل فاز عمل نموده والکترو موتور از سرویس خارج می گردد اما بدلیل اینکه خازن اتوماتیک نیست از سرویس خارج نمی گردد لذا حالت دو فازی شبکه با بار خازنی بوجود می آید و ولتاژ تا مقدار ۵۷۷ ولت بالا رفته وباعث سوختن کنتور می شود(نمودار شماره ۶) . لذا جهت پیشگیری از این مسئله حتما میبایست سیستم مدار فرمان خازن نیز اتوماتیک گردد .

۳–حالتی که مشترک دارای سیستم کنترل فاز بوده و سیستم مدار فرمان خازن بصورت اتوماتیک باشد :

در این حالت پس از دو فاز شدن شبکه کنترل فاز عمل نموده والکتروموتور و خازن هردو از سرویس خارج شده و هیچگونه مشکلی برای کنتور بوجود نمی آید .

نمودار شماره 6 – آزمایش دو فازی ترانس 100 KVA با دینام 37 KW و خازن 25 کیلو وار (ولتاژ فازی) مجهز به کنترل فاز



نتیجه نهایی اینکه کلیه مشترکین دیماندی ملزم به نصب دستگاه کنترل فاز گردند و همچنین میبایست از سیستم مدار فرمان اتوماتیک جهت خازن استفاده نمود . همچنین کارخانجات کنتور سازی می بایست نسبت به طراحی وتولید کنتور با قدرت تحمل ولتاژ تا ۶۰۰ ولت وجریان تا ۱۵ آمپر را با توجه به شرایط حاکم بر شبکه های توزیع در دستور کار خود قرار دهند .

مزایای روش پیشنهادی:

۱– جلو گیری از سوختن تعداد زیادی کنتور در طول سال که باعث تحمیل خسارت سنگین به وزارت نیرو وبیت المال می گردد.
۲– جلو گیری از هزینه های سنگین ناشی از تعویض کنتورهای سوخته .
۳– جلو گیری از ، از بین رفتن مقادیر انرژی مصرفی ثبت شده در کنتور سوخته (چون صفحه نشان دهنده کنتورهای دیجیتالی پس از سوختن از کار افتاده و محو می شود) .
۴– جلو گیری از عدم ثبت انرژی مصرفی در مدت زمانی که مشترک با کنتور سوخته کار می کند .

۵- جلو گیری از به اشباع رفتن کنتورهای دیجیتالی در زمان افزایش جریان که این خود باعث عدم ثبت انرژی مصرفی مشترک می گردد .
۶- کاهش تلفات تحمیلی به شرکت های برق ناشی از موارد ۳ الی ۵ .

ظرفیت کنتورهای استفاده شده در این آزمایشات که در واقع کنتورهای موجود در بازار ایران میباشد به شرخ ذیل میباشد :
ولتاژ نامی : ٤٠٠ ولت – حداکثر ولتاژ قابل تحمل ۱۰ ٪ + (٤٤٠ ولت)
جریان نامی : ۵ آمپر – حداکثر جریان قابل تحمل اندازه گیری ۲۰ ٪ + (٦ آمپر) – حداکثر تحمل سوختگی (۱۰آمپر)

منابع و ماخذ:

- استاندارد انشعابات شبکه های توزیع جلد دوم – شماره استاندارد ۵۳
- گزارش مربوط به پروژه بررسی ؛تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی کنتورهای استاتیکی – پژوهشگاه نیرو کد پروژه PTRVT02 .
- کاتالوگ کنتور های مورد استفاده از شرکت ABB و کرمان تابلو.
- اطلاعات موجود در شرکت توزیع نیروی برق فارس