

طراحی و ساخت مدارات جانبی مورد نیاز برای انجام آزمونهای استاندارد ماژول مخابراتی کنتور هوشمند

هادی مدقق ، نادر سالک گیلانی ، حمید خسروی
معاونت سیستمهای اندازه‌گیری و شبکه هوشمند
سابا
تهران ، ایران
modagheh@saba.org.ir
salek@saba.org.ir hkh356@gmail.com

حمید حافظ عقیلی
گروه مخابرات و دیسپاچینگ
پژوهشگاه نیرو
تهران ، ایران
h.hafezaghili@gmail.com

عهده دارد. با عنایت به اینکه سیستمهای مذکور در قالب طرح فہام در سطح کشور در حال پیاده‌سازی هستند، انجام آزمونهای نوعی، نمونه‌ای و عملکردی بر روی کلیه اجزای این سیستم بویژه ماژول مخابراتی PLC ضروری به نظر می‌رسد. یکی از تجهیزاتی که در آزمایشگاههای مربوطه برای انجام آزمونهای تعیین شده ماژول مخابراتی مورد استفاده قرار می‌گیرد تجهیز AMN است.

AMN (Artificial Mains Network) تجهیزاتی است که در انجام تستهای مبتنی بر استانداردهای الکتریکی کاربرد فراوان دارد. این تجهیز مابین EUT (تجهیز تحت تست) و شبکه برق قرار می‌گیرد و در واقع یک شبکه کوپل کننده است. دستگاههای LISN (Line Impedance Stabilization Network) و CDN (Coupling Decoupling Network) در خانواده این تجهیزات قرار دارند و در واقع حالت خاصی از AMN هستند.

LISN که اساساً یک فیلتر از نوع π می‌باشد به طور خاص برای اندازه‌گیری نویزهای تولید شده توسط تجهیزات الکتریکی طراحی شده است. CDN برای کوپل کردن نویزهای مورد نظر به شبکه برق و بررسی رفتار تجهیزات تحت تست در حضور نویز مورد استفاده قرار می‌گیرد. AMN در واقع یک حالت جامع‌تری از تجهیزات LISN و CDN است. برای انجام تستهای استاندارد کنتور هوشمند (ماژول مخابراتی) بهتر است از تجهیز AMN استفاده شود. یکی از مزیت‌های AMN این است که فیلترینگ دو طبقه دارد و بنابراین از نظر سیگنالهای فرکانس بالا ایزولاسیون کافی بین دستگاه تحت تست و شبکه برق فراهم می‌کند. علاوه بر این در

چکیده — AMN (Artificial Mains Network) تجهیزاتی است که در انجام تستهای مبتنی بر استانداردهای ماژول مخابراتی کنتور هوشمند بکار می‌رود. این تجهیز مشابه دستگاههای LISN و CDN یک شبکه کوپل کننده است. مدارهایی که در استانداردهای مربوطه برای AMN پیشنهاد شده هم بر روی فاز و هم بر روی نول فیلتر پایین گذر اعمال می‌کند، در مورد شبکه کنتور هوشمند با توجه به اینکه تجهیز Data Concentrator در پست 20 kV قرار دارد و در پست نول به زمین متصل میشود، بنابراین اطلاعات در روی فازها ارسال و دریافت می‌شود. به این جهت مدار AMN که برای انجام آزمونهای کنتور هوشمند در نظر گرفته می‌شود شامل یک فیلتر است. در طراحی انجام شده همچنین تدابیری لحاظ شده که خطر برق گرفتگی و یا آسیب رسیدن به تجهیز اندازه‌گیری کاهش پیدا کند.

واژه‌های کلیدی — AMN ؛ PLC ؛ کنتور هوشمند ؛ امپدانس ؛ ماژول

۱. مقدمه

در معماری ارائه شده برای بسیاری از زیرساختهای شبکه اندازه‌گیری هوشمند در سطح دنیا، غالباً استفاده از خطوط انتقال قدرت بعنوان بستر ارتباطی (PLC) در نظر گرفته می‌شود. این بستر وظیفه جمع‌آوری و انتقال داده و اطلاعات را از کنتور به جمع‌کننده داده (DC) و بالعکس بر

استانداردهای کنتور نیز توصیه شده تجهیز AMN در چیدمان تستها مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱- مقادیر المانهای مدار AMN شکل ۱

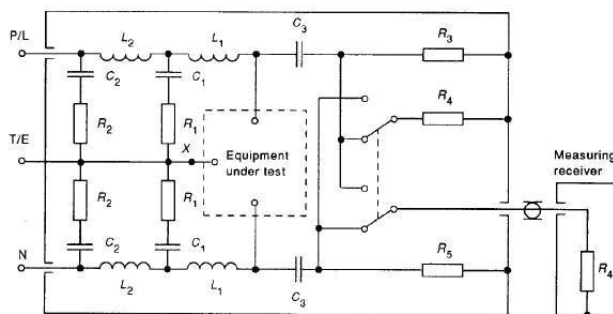
Component	Value	Component	Value
R1	5 Ω	C1	8 μF
R2	10 Ω	C2	4 μF
R3 , R5	1 kΩ	C3	0.25 μF
R4	50 Ω	L1	50 μH
		L2	250 μH

۲. مدار و ویژگی‌های مطرح شده برای تجهیز AMN در استانداردهای مربوطه

دستگاه AMN در چیدمان تستها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا شرایط زیر فراهم شود: امپدانس مشخص و ثابتی در باندهای رادیویی برای ترمینالهای تجهیز تحت تست ایجاد شود، مدار تحت تست از فرکانسهای رادیویی ناخواسته ای که در روی شبکه برق شهر وجود دارند ایزوله شود، سیگنال تداخل یا اغتشاش به پورت مشخصی (HF output) کوپل شده و در نتیجه بتوان با اتصال به تجهیز اندازه گیری مثل اسپکتروم آنالایزر آنرا تحلیل نمود.

دستگاه AMN سه ترمینال دارد؛ ترمینالی که به برق شهر متصل می‌شود، ترمینالی که به تجهیز تحت آزمون متصل می‌شود و ترمینالی که سیگنال تداخلی روی آن وجود دارد و به دستگاه اندازه‌گیری متصل می‌شود.

شکل ۱ مدار AMN ارائه شده در استاندارد های EN50065-1 و CISPR 16-1 را نشان می‌دهد که ویژگیهای مورد نیاز ارائه شده برای شبکه برق تک فاز را دارد [4]. در این مدار یک سوئیچ قرار داده شده است. این سوئیچ اتصال هادی‌های برق شهر (سیمهای فاز یا نول) به تجهیز اندازه گیری و اتصال همزمان هادی دیگر به مقاومت Termination را فراهم می‌کند.



شکل ۱- یک مثال از شماتیک مدار AMN برای برق تک فاز مطابق با نیازهای استاندارد

جدول ۱ مقادیر المانهای مدار شکل ۱ را بیان می‌کند.

طبق استاندارد سلف L2 نباید ضریب Q کمتر از 10 در بازه فرکانسی 150 kHz ~ 9 kHz داشته باشد. همچنین بهتر است دو سلف L2 در مدار شکل ۱، روی یک هسته و در جهت عکس یکدیگر بسته شوند، البته این مورد به شرطی عملی است که دو مدار AMN کنار هم و داخل یک محفظه قرار گیرند. با این مدار میتوان اغتشاشات تولید شده توسط EUT را هم در روی فاز و هم در روی نول اندازه گیری نمود.

۳. طراحی مدار AMN بر اساس آزمونهای ماژول

PLC [۶]

در مورد شبکه کنتور هوشمند با توجه به اینکه تجهیز Data Concentrator در پست 20 kV قرار دارد و در پست نول به زمین متصل میشود، بنابراین اطلاعات در روی فازها ارسال و دریافت می‌شود. به این جهت مدار AMN که برای انجام آزمونهای کنتور هوشمند در نظر گرفته می‌شود در واقع یک نیمه از مدار شکل ۱ است.

شکل ۲ مدار طراحی شده AMN را برای انجام آزمونهای ماژول مخابراتی نشان می‌دهد، در شکل فوق مقادیر المانها نیز ذکر گردیده است. J1 ترمینالی است که به شبکه برق متصل می‌گردد، J2 ترمینال مربوط به EUT است و J3 ترمینالی است که به تجهیز اندازه‌گیری متصل می‌شود. همانطور که در شکل ملاحظه می‌شود بین شبکه برق و EUT دو طبقه فیلترینگ پایین گذر وجود دارد. برای اینکه اغتشاش یا سیگنال رادیویی انتشار کمی در محیط اطراف داشته باشد سلفهای L1 و L2 روی هسته تروئید پیچیده شده‌اند. نکته‌ای که لازم است به آن توجه شود این است که هسته‌های مربوط به سلفها اشباع نشوند. برای تستهای استاندارد که در آزمایشگاه انجام می‌شود این نگرانی وجود ندارد ولی برای آزمونهایی که بنا

نظر عملی مدار ارائه شده قابل بکارگیری در چیدمان تست نیست. در مدار شکل ۲ ولتاژی که در اثر ولتاژ برق شهر به روی پورت HF Output در حالی که به دستگاهی متصل نیست قرار می‌گیرد، مقدار زیر می‌باشد که برای تجهیزات اندازه‌گیری قابل تحمل است.

$$V = \frac{R_4}{\sqrt{R_4^2 + \frac{1}{(2\pi 50 \times C_4)^2}}} \times 220 = 2.1v$$

وریستور VR1 با ولتاژ قابل تحمل 30V در روی برد تعبیه شده تا Spark های موجود در روی برق شهر را گرفته و مانع صدمه رسیدن به تجهیزات اندازه‌گیری شود.

در مدار AMN اگر زمین کابل ارتباطی به برق شهر، متصل نباشد یا قطع شود، خطر برق گرفتگی و همچنین آسیب رسیدن به تجهیزات اندازه‌گیری متصل به پورت HF Output وجود دارد، به این جهت لازم است در چیدمان آزمون مستقل از کابل ارتباطی، زمین به صورت جداگانه متصل گردد. در این رابطه LED سبز رنگی در مدار قرار داده شده که اگر اتصال زمین برقرار باشد و همچنین اتصال کابل ورودی برق به گونه‌ای باشد که فاز از داخل مدار عبور کند LED روشن خواهد شد و وضعیت عادی است، در غیر این صورت LED روشن نمی‌شود.

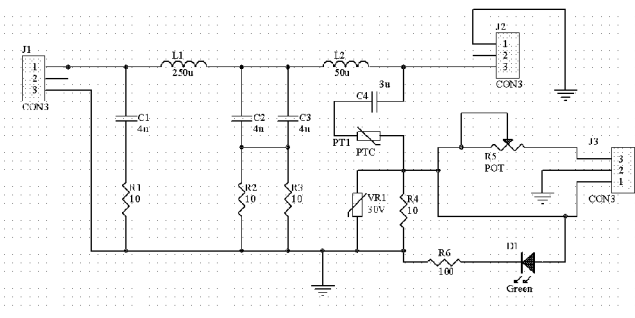
در اغلب چیدمان‌های مربوط به آزمون‌های ماژول مخابراتی کنتور هوشمند یک یا تعدادی تضعیف‌کننده متغیر مورد نیاز است، در مدار AMN طراحی شده، تضعیف‌کننده متغیر به صورت built in در داخل AMN قرار داده شده است. در واقع طراحی مدار به گونه‌ای در نظر گرفته شده که چیدمان آزمون‌ها به راحتی انجام شود. در مدار تضعیف‌کننده برای اینکه دقت بالا باشد از مقاومت متغیر Multi turn توان بالا استفاده شده است.

مطلب دیگر این که طراحی مدار AMN به گونه‌ای انجام شده که تنوع المانهای مورد استفاده کاهش پیدا کند.

۴. نتیجه‌گیری

تجهیز AMN در اکثر چیدمان‌های آزمون‌های کنتور هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تجهیز به صورتی که در استانداردهای مربوطه ارائه شده است برای انجام آزمون‌های ماژول مخابراتی کنتور مناسب

به در خواست کارفرما در سایت انجام می‌گیرد و ممکن است جریانهای بالا از تجهیز AMN عبور کند باید نکات مربوطه لحاظ گردد. یک راه‌حل این است که برای سلف L2 که مقدار بزرگتری دارد جریان برگشتی (نول) نیز در جهت معکوس در روی سلف L2 پیچیده شود به گونه‌ای که شار آن در روی هسته از شار جریان فاز کم شده و در واقع شار اندکی ناشی از جریان برق شهر در هسته القاء شود.



شکل ۲- مدار AMN طراحی شده برای انجام آزمونهای منطبق بر استاندارد

یکی از پارامترهای مطرح برای AMN مشخصه امپدانس است. امپدانس ترمینال مدار AMN نسبت به زمین مرجع و در حالتی اندازه‌گیری می‌شود که پورت مربوط به HF output با یک مقاومت 50Ω به زمین متصل می‌شود [3]. پارامتر فوق در واقع امپدانس را که تجهیز تحت تست در هنگام انجام آزمون مشاهده می‌کند، بیان می‌کند. مشخصه امپدانس مدار طراحی شده در بازه فرکانسی 9 kHz ~ 150 kHz مقدار در حدود 7Ω با تغییرات در حدود ± 20٪ تolerانس دارد. طبق مستندات در عمل امپدانس دیده شده توسط ماژول مخابراتی کنتور هوشمند در روی شبکه برق تقریباً در بازه 2~10Ω قرار دارد. بنابراین مدار طراحی و ساخته شده از نظر امپدانس منطبق با شرایط واقعی است. در استانداردهای EN50065-1 و CISPR 16-1 طراحی مدار به گونه‌ای انجام شده که امپدانس قابل توجه‌ای در پورت HF output قرار داده شده (در حدود kΩ) و در واقع امپدانس پورت توسط امپدانس تجهیز اندازه‌گیری تعیین می‌شود. این مسئله اشکالاتی را ایجاد می‌کند، یک اشکال عمده این است که عموماً امپدانس ورودی تجهیزات اندازه‌گیری مثل اسپکتروم آنالایزر در بازه فرکانسی تعریف شده برای تجهیز، مقدار تعیین شده (به عنوان مثال 50Ω) را دارد بنابراین امکان دارد مقدار قابل ملاحظه‌ای از ولتاژ برق شهر به روی پورت ورودی تجهیز اندازه‌گیری قرار گیرد و باعث آسیب دیدن تجهیز گردد. بنابراین از

طراحی و ساخت مدارات جانبی مورد نیاز برای انجام آزمونهای استاندارد ماژول مخابراتی کتور هوشمند

بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی برق - ۱۳۹۲ تهران، ایران

نمی باشد ، بنابراین تجهیز فوق با در نظر گرفتن ساختار کتور ، ویژگی های شبکه برق ، چیدمان آزمون های استاندارد مربوطه و ویژگی های تجهیزات اندازه گیری مورد استفاده ، طراحی و ساخته شد.

منابع

- [1] OPen Meter_D4.1_Test procedures v2.0 15/12/2010
- [2] OPen Meter_D4.3_Physical test facilities and report on these facilities v1.0 8/3/2011
- [3] IEC standard " CISPR 16-1 " Edition 2.1 10/2002
- [4] BSi standard " EN50065-1 " 2001
- [5] BSi standard " BS EN 50065-1 " 2011
- [۶] مستندات پروژه " تهیه دستورالعمل انجام آزمون های ماژول PLC در کتورهای هوشمند " اردیبهشت ماه ۹۲

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.