

ترانسفورماتور

Iran Transformer Magazine Vol.VII issue 1 June 2021

فصلنامه ترانسفورماتور - اولین نشریه اختصاصی ترانسفورماتور در ایران

سال هفتم | شماره ۱۸ | بهار ۱۴۰۰ | قیمت ۲۰۰۰۰ تومان



ارم شیمی آذربایجان

اولین تولیدکننده روغن ترانسفورماتور در ایران

گفت و گو با آقای مهندس رخشانی مهر
معاون هماهنگی توزیع توانیر
در خصوص ترانسفورماتورهای توزیع شبکه

گفت و گو با آقای مهندس صمدی
سرپرست طرح ملی کاهش تلفات توانیر
در خصوص ترانسفورماتورهای توزیع کم تلفات

روشهای ارزیابی وضعیت پوشینگ های OIP

معرفی استاندارد IEC60076-18:
آزمون پاسخ فرکانسی (FRA)

آمار ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت شبکه
در سال ۱۳۹۹

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: مهندس آرش آقائی فر
سردبیر: مهندس حرمت الله فیروزی
شورای سیاستگذاری: مهندس مهدی آقائی فر، مهندس حرمت الله فیروزی
مهندس آرش آقائی فر
مدیر امور اجرایی: مهندس آرش نواب پور
مدیر آگهی و اشتراک: مهندس فرشته خدادادی
همکاران این شماره: مهندس فرهاد مرادی، مهندس آرش نواب پور،
مهندس سیامک غفاری، فریده عباسی
عکاسان: سید سپاس طباطبائی، مونا طباطبائی آزاد
گرافیک و صفحه آرایی: فرزاد خالقی
مدیر مالی: دکتر ایلناز نواب پور

ویراستار: مهندس علیرضا تریابی
لیتوگرافی چاپ و صحافی: چاپ میران
(خیابان منوچهری، کوچه ژاندارک، پلاک ۴ - تلفن: ۳۳۱۱۲۳۳۴)
نشانی: تهران، فلکه دوم صادقیه، برج گلدیس
طبقه ۱۳، واحد ۱۳۱۶
تلفن: ۴۴۲۸۸۵۲۱
فکس: ۴۴۲۸۹۱۵۶
سازمان آگهی ها: ۴۴۲۸۸۶۲۵
www.Transformer-magazine.ir
info@Transformer-magazine.ir

فهرست

سخن مدیر مسئول ۲
سرمقاله ۳

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۱) ۴

گفت و گو:

گفت و گو با مهندس مهدی جمالی مدیر منطقه‌ای شرکت MR ۶
مباحثه با مهندس مہرداد صمدی، سرپرست طرح ملی کاهش تلفات، شرکت توانیر ۷
گفت و گو با مهندس غلامعلی رخشانی مہر معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر ۱۰

مقالات:

عملکرد ترانسفورماتورهای هوشمند در حضور منابع تولید پراکنده و بارهای نامتعادل ۱۲
آشنایی با سیستم عامل جانمایی شده‌ی ترانسفورماتور (ETOS) ۱۴
ارائه‌ی یک روش ترکیبی جهت تفسیر پاسخ فرکانسی ترانسفورماتورهای قدرت ۱۹
تاثیر فرآورده‌های اسیدی بر رشد غیر معمول اتیلین در گرمایش عادی روغن‌های نفتانیک ۲۸
مکانیزم شکست عایقی و تعمیر و نگهداری مناسب در چرخه‌ی عمر بوشینگ ترانسفورماتور ۳۶
رطوبت در عایق سلولزی ترانسفورماتورهای قدرت: نگاه آماری ۴۰

معرفی استاندارد:

اندازه گیری پاسخ فرکانسی (FRA) ترانسفورماتورهای قدرت ۴۶

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۲) ۵۲

کتاب:

ترجمه فصل چهارم کتاب J&P: نیروهای وارد بر سیم پیچ و عملکرد آن تحت اتصال کوتاه ۵۴
ترجمه فصل سوم کتاب ABB: آزمون های عیب یابی ترانسفورماتور ۵۸
معرفی کتاب ۶۲

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۳) ۶۴



از علاقه‌مندان دعوت می‌شود مقالات و یا تجارب بهره‌بردار خود را جهت داوری و چاپ به هیئت تحریریه‌ی نشریه ترانسفورماتور از طریق پست الکترونیک papers@Transformer-magazine.ir ارسال نمایند.
نشریه در گزینش علمی، ویرایش و انتخاب تیتراژ برای آثار ارسالی آزاد است.
مقاله ارسالی نباید در هیچ نشریه دیگری به چاپ رسیده باشد.
خواهشمند است انتقادات و پیشنهادات خود را از طریق پست الکترونیک info@Transformer-magazine.ir با ما در میان بگذارید.



مهندس آرش آقائی فر
مدیر مسئول

سخن مدیر مسئول

گرفته که ۸۰ درصد از سوخت مصرفی سالانه‌ی این نیروگاه‌ها گاز بوده است. ادامه‌ی این روند به دلیل افزایش مصرف گاز خانگی و کاهش سهم گاز نیروگاه‌ها بحران خاموشی‌های زمستانه را به دنبال دارد و ممکن است کشور ما را که دومین دارنده‌ی ذخایر گازی دنیا است، در زمستان به وارد کننده‌ی گاز تبدیل کند. بحران برق، صنعت ترانسفورماتور را نیز به شدت تحت تأثیر قرار داده است که به سه مورد مشخص می‌توان اشاره کرد:

۱. کاهش رشد تقاضا برای ترانسفورماتورهای جدید و انباشته شدن بدهی‌های وزارت نیرو به سازندگان داخلی ترانسفورماتور؛

۲. افزایش بارگیری و اضافه بارگیری از ترانسفورماتورهای شبکه به دلیل عدم توسعه‌ی شبکه، افزایش حوادث و کاهش قابلیت اطمینان بهره‌برداری؛

۳. فرسودگی ناوگان ترانسفورماتوری مورد بهره‌برداری به‌ویژه در بخش توزیع. تمرکز وزارت نیرو بر توسعه و ساخت نیروگاه‌های گازی و سیکل ترکیبی باعث کم‌توجهی به بحث مهم انرژی‌های نو نیز شده است. در حال حاضر ظرفیت منصوبه‌ی نیروگاه‌های انرژی نو کمتر از ۹۰۰ مگاوات بوده و سهم این نیروگاه‌ها از انرژی تولیدی سالانه در کشور بین ۰/۳ تا ۰/۵ درصد است. این کم‌توجهی، فرصت‌های طلایی را از صنعت ترانسفورماتور گرفته است: از تولید انبوه ترانسفورماتورهای ویژه‌ی نیروگاه‌های بادی گرفته تا ترانسفورماتورهای توزیع تنظیم ولتاژ با تپ‌چنجر تحت‌بار.

وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه‌ی آن، خریداران عمده‌ی ترانسفورماتورهای تولید داخل و بازیگران اصلی در این صنعت هستند. هر بحرانی در صنعت برق مستقیماً بر روی صنعت ترانسفورماتور، از تولید گرفته تا بهره‌برداری و تعمیر، تأثیر می‌گذارد. امیدواریم وزارت نیرو در دولت جدید موفق به مهار بحران و حل معضلی شود که دولت‌های پیشین در ده سال گذشته به دلایل متفاوت نتوانستند آن را حل کنند.



هجدهمین شماره از فصلنامه‌ی ترانسفورماتور در حالی منتشر می‌شود که خاموشی‌های بی‌سابقه کشور را فرا گرفته و دستاوردها و توانمندی‌های فنی صنعت برق را به‌طور جدی زیر سؤال برده است. به‌نظر می‌رسد تمام طرح‌ها و برنامه‌های توانیر در سال‌های گذشته برای کاهش نرخ رشد مصرف، مانند: «خاموشی صفر»، «برق امید»، «تعویض یک میلیون کولر فرسوده» و... به شکست انجامیده است. واقعیت این است که رشد مصرف برای همه‌ی دست‌اندرکاران این صنعت، از مدیران و کارشناسان وزارت نیرو و توانیر گرفته تا فعالان بخش خصوصی، قابل پیش‌بینی بود. دلایل آن نیز چندان پیچیده نیست و تنها به دو مورد آن اشاره می‌شود: پایین تر بودن تعرفه‌ی برق نسبت به تعرفه‌ی بین‌المللی، استخراج رمز ارزها در ایران را جذاب تر کرده است. به گونه‌ای که حتی برخی واحدهای تولیدی و صنعتی به تولید بیت‌کوین روی آورده‌اند. متأسفانه خود شرکت توانیر نیز نمی‌تواند میزان واقعی مصرف برق ماینرهای غیرمجاز و سهم آن از رشد مصرف برق را به‌طور دقیق تعیین کند؛ چرا که این مصرف غیرمجاز، تحت پوشش سایر مصارف صنعتی، خانگی و کشاورزی انجام می‌شود. توانیر برای تخمین مقدار مصرف ناچار است به آمارهای جهانی استناد کرده و سهم ایران از تولید رمزارزها و مصرف حدودی برق ناشی از این فعالیت را تخمین بزند.

همچنین افزایش فاصله‌ی بین قیمت تمام شده‌ی تولید، انتقال و توزیع برق با درآمد حاصل از فروش برق، نقدینگی وزارت نیرو را کاهش داده و روند ساخت نیروگاه‌های جدید و توسعه‌ی شبکه‌ی انتقال و توزیع را با مشکل مواجه ساخته است. عقب بودن همیشگی نرخ رشد تولید از رشد مصرف برق، باعث شده است وزارت نیرو در سال‌های گذشته به ساخت نیروگاه‌های سریع‌الاحداث گازی و سیکل ترکیبی روی آورده و تولید برق را بیش از پیش به گاز وابسته سازد. در سال‌های گذشته به‌طور میانگین ۹۰ درصد برق تولید شده‌ی کشور توسط نیروگاه‌های حرارتی صورت

مهندس حرمت اله فیروزی
سر دبیر



سرمقاله

هوشمند در حضور منابع تولید پراکنده و بارهای نامتعادل پرداخته شده است که نشان می‌دهد این ترانسفورماتورها به عنوان رابط مناسبی بین سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع بوده و انعطاف‌پذیری در کنترل سیستم‌های قدرت را به شدت افزایش می‌دهند. مطالعه‌ی این مقاله، فرصتی برای آشنایی با مفهوم ترانسفورماتور هوشمند را برای خواننده فراهم می‌سازد. در مقاله‌ی دیگر که آن هم مرتبط با هوشمندسازی ترانسفورماتور مبتنی بر سیستم‌های اتوماسیون می‌باشد، به معرفی محصول ETOS ساخت شرکت MR می‌پردازد که با فراهم کردن بسترهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و پروتکل‌های ارتباطی لازم، امکان ارائه‌ی خدمات هم در لایه‌ی مونیتورینگ و هم در لایه‌ی کنترل را فراهم کرده است.

برای آشنایی هر چه بیشتر خوانندگان با روش تست آنالیز پاسخ فرکانسی (FRA)، در این شماره چکیده‌ای از استاندارد نسبتاً جدید IEC60076-18 ارائه شده است. این استاندارد بر ماهیت روش انجام تست، الزامات روش انجام و دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌پردازد و اساساً به روش‌های تحلیل نتایج نپرداخته است. در همین موضوع، مقاله‌ای نیز با موضوع آنالیز پاسخ فرکانسی ارائه شده است که روشی ترکیبی مبتنی بر تئوری ترکیب شواهد و شبکه‌ی عصبی عمیق جهت تفسیر پاسخ فرکانسی ترانسفورماتورهای قدرت ارائه داده است. مطالعه‌ی این دو مطلب می‌تواند برای آشنایی نسبی خوانندگان با روش آنالیز پاسخ فرکانسی FRA، مزایا و چالش‌های پیش روی این روش، بسیار مفید فایده باشد.

همچنین مطابق شماره‌های قبل، علاوه بر ذکر برخی آمار و ارقام مربوط به ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت شبکه، ترجمه‌ی دو کتاب راهنمای جامع سرویس و نگهداری ترانسفورماتورهای قدرت شرکت ABB و کتاب راهنمای ترانسفورماتور J&P را ادامه داده‌ایم.

در پایان، مجدداً یادآوری می‌گردد که اساساً یکی از اهداف و علاقه‌مندی‌های هیئت تحریریه‌ی این نشریه، به اشتراک گذاری و انتقال تجربیات بهره‌برداران، ریشه‌یابی حوادث و معرفی نوآوری‌های مرتبط با ترانسفورماتورها بوده است. قطعاً بسیاری از خوانندگان این مجله، خود از تجربیات ارزشمندی در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ترانسفورماتورها برخوردارند. لذا نشریه‌ی ترانسفورماتور این آمادگی را دارد که در انتقال و گردش این تجربیات سهیم باشد.

در این شماره از فصلنامه‌ی ترانسفورماتور موضوعات و مقالات متنوعی مطرح شده است:

در ابتدای این شماره گفت‌وگویی با آقای مهندس مهدی جمالی مدیر منطق‌های شرکت MR انجام داده‌ایم و در خصوص محصولات و خدمات جدید این شرکت قدیمی سازنده‌ی تپ چنجر از او پرس و جو کردیم.

مصاحبه با آقای مهندس مهرداد صمدی، سرپرست طرح ملی کاهش تلفات شرکت توانیر یکی دیگر از موضوعات می‌باشد که به تلاش‌های صورت گرفته در خصوص کاهش تلفات شبکه‌ی توزیع و همچنین جایگزین کردن ترانسفورماتورهای توزیع کم تلفات به عنوان ترانسفورماتورهای توزیع مورد تأیید توانیر می‌پردازد. همچنین در خصوص وضعیت بهره‌برداری ترانسفورماتورهای توزیع شبکه با آقای مهندس غلامعلی رخشانی مهر، معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر، گفت و گو کرده‌ایم که در این شماره می‌خوانید.

در این شماره شش مقاله در خصوص ترانسفورماتور به چاپ رسیده است:

یکی از مقالات تحقیقی جالب توجه در این شماره، مقاله‌ای است که به نقش فراورده‌های اسیدی بر رشد غیرمعمول اتیلین در روغن‌های نفتانیک به عنوان یک گاز سرگردان می‌پردازد. موضوعی که می‌تواند در نگاه اول عجیب به نظر برسد. نتایج بدست آمده، قابل تأمل بوده و در عین حال می‌تواند برای انجام تحقیقات بیشتر، ایده دهنده باشد.

یکی دیگر از مقالات این شماره، بحث رطوبت در سلولز ترانسفورماتورهای قدرت را با نگاهی آماری مورد کنکاش قرار داده است. در این مقاله، دینامیک رطوبت در گذر دوران بهره‌برداری، بر روی یک ناوگان نسبتاً بزرگ و جامع از ترانسفورماتورهای توزیع، انتقال و نیروگاهی مورد بررسی آماری قرار گرفته است که می‌تواند هم اطلاعات جالب توجه و هم دید مناسبی را در اختیار خواننده قرار دهد.

با توجه به اهمیت بوشینگ ترانسفورماتور و نقش آن در سلامت و قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت، در این شماره بر انواع مختلف بوشینگ و همچنین روش‌های ارزیابی وضعیت و پایش این تجهیز مهم، مروری مختصر کرده‌ایم.

دو مقاله‌ی دیگر در این شماره از فصلنامه ارائه شده‌اند که اساساً مرتبط با هوشمند سازی شبکه‌ی الکتریکی می‌باشند. در یکی از این مقالات به عملکرد ترانسفورماتورهای

تعداد ترانسفورماتورهای توزیع در پایان سال های ۱۳۹۹ - ۱۳۹۸

(دستگاه)

شرکت توزیع نیروی برق	هوایی			زمینی			جمع		
	۱۳۹۹	۱۳۹۸	درصد رشد	۱۳۹۹	۱۳۹۸	درصد رشد	۱۳۹۹	۱۳۹۸	درصد رشد
شهرستان تبریز	۶۱۵۵	۵۷۹۷	۶/۲	۱۱۸۴	۱۱۶۵	۱/۶	۷۳۳۹	۶۹۶۲	۵/۴
استان آذربایجان شرقی	۱۹۶۸۸	۱۸۸۲۰	۴/۶	۴۵۹	۴۵۲	۱/۵	۲۰۱۴۷	۱۹۲۷۲	۴/۵
استان آذربایجان غربی	۱۹۶۸۴	۱۹۰۲۶	۳/۵	۷۹۱	۷۹۱	-/۰	۲۰۴۷۵	۱۹۸۱۷	۳/۳
استان اردبیل	۶۸۸۳	۶۶۶۷	۳/۲	۳۶۱	۳۵۷	۱/۱	۷۲۴۴	۷۰۲۴	۳/۱
استان اصفهان*	۳۲۸۲۸	۳۲۲۹۹	۱/۶	۲۰۰۶	۲۰۰۱	-/۲	۳۴۸۳۴	۳۴۳۰۰	۱/۶
شهرستان اصفهان	۱۰۸۴۷	۱۰۵۲۴	۳/۱	۲۱۰۶	۲۰۹۱	-/۷	۱۲۹۵۳	۱۲۶۱۵	۲/۷
استان چهارمحال و بختیاری	۸۷۱۲	۸۵۱۲	۲/۳	۲۳۴	۲۳۲	-/۹	۸۹۴۶	۸۷۴۴	۲/۳
استان مرکزی	۱۷۰۶۷	۱۶۵۹۹	۲/۸	۴۶۱	۴۶۰	-/۲	۱۷۵۲۸	۱۷۰۵۹	۲/۷
استان همدان	۱۷۰۳۶	۱۶۶۴۰	۲/۴	۳۵۸	۳۵۷	-/۳	۱۷۳۹۴	۱۶۹۹۷	۲/۳
استان لرستان	۱۶۷۹۰	۱۶۳۲۶	۲/۸	۴۸۶	۴۷۷	۱/۹	۱۷۲۷۶	۱۶۸۰۳	۲/۸
استان البرز	۱۷۰۱۹	۱۶۱۹۷	۵/۱	۱۳۷۵	۱۳۴۴	۲/۳	۱۸۳۹۴	۱۷۵۴۱	۴/۹
تهران بزرگ	۵۷۱۰	۵۶۵۰	۱/۱	۱۲۴۶۴	۱۲۳۷۴	-/۷	۱۸۱۷۴	۱۸۰۲۴	-/۸
استان تهران	۵۴۲۴۱	۵۱۲۱۱	۵/۹	۱۲۱۱	۲۴۰۰	-۴۹/۵	۵۵۴۵۲	۵۳۶۱۱	۳/۴
استان قم	۷۲۱۶	۶۹۷۲	۳/۵	۹۶۳	۹۴۸	۱/۶	۸۱۷۹	۷۹۲۰	۳/۳
شهرستان مشهد	۱۳۷۰۴	۱۳۵۷۸	-/۹	۲۰۲۸	۲۰۱۸	-/۵	۱۵۷۳۲	۱۵۵۹۶	-/۹
استان خراسان رضوی	۲۸۴۷۰	۲۷۵۲۱	۳/۴	۱۴۴	۱۴۴	-/۰	۲۸۶۱۴	۲۷۶۶۵	۳/۴
استان خراسان جنوبی	۹۹۶۴	۹۶۱۶	۳/۶	۳۱	۳۱	-/۰	۹۹۹۵	۹۶۴۷	۳/۶
استان خراسان شمالی	۷۶۱۲	۷۲۷۳	۴/۷	۱۵۹	۱۵۲	۴/۶	۷۷۷۱	۷۴۲۵	۴/۷
شهرستان اهواز	۱۳۹۴۸	۱۳۸۳۷	-/۸	۵۳۳	۵۲۴	۱/۷	۱۴۴۸۱	۱۴۳۶۱	-/۸
استان خوزستان	۴۴۲۶۹	۴۲۷۶۰	۳/۵	۹۶۵	۷۴۱	۳۰/۲	۴۵۲۳۴	۴۳۵۰۱	۴/۰
استان کهگیلویه و بویراحمد	۸۰۳۱	۷۸۷۵	۲/۰	۱۲۹	۱۲۸	-/۸	۸۱۶۰	۸۰۰۳	۲/۰
استان زنجان	۹۹۶۶	۹۶۸۳	۲/۹	۴۶۱	۴۶۰	-/۲	۱۰۴۲۷	۱۰۱۴۳	۲/۸
استان قزوین	۱۲۲۲۷	۱۱۸۸۲	۲/۹	۶۷۰	۶۶۵	-/۸	۱۲۸۹۷	۱۲۵۴۷	۲/۸
استان سمنان	۸۳۱۸	۸۰۵۷	۳/۲	۲۷۴	۲۷۱	۱/۱	۸۵۹۲	۸۳۲۸	۳/۲
استان سیستان و بلوچستان	۲۵۸۰۱	۲۵۱۲۸	۲/۷	۲۸۰	۲۸۰	-/۰	۲۶۰۸۱	۲۵۴۰۸	۲/۶
استان کرمانشاه	۱۷۸۷۱	۱۷۳۹۰	۲/۸	۴۶۷	۴۶۶	-/۲	۱۸۳۳۸	۱۷۸۵۶	۲/۷
استان کردستان	۱۳۹۲۵	۱۳۴۹۰	۳/۲	۲۸۶	۲۸۵	-/۴	۱۴۲۱۱	۱۳۷۷۵	۳/۲
استان ایلام	۶۴۲۷	۶۱۲۲	۵/۰	۱۰۵	۱۰۳	۱/۹	۶۵۳۲	۶۲۲۵	۴/۹
شهرستان شیراز	۲۹۲۹۸	۲۸۲۱۱	۳/۹	۱۵۰۴	۱۴۷۳	۲/۱	۳۰۸۰۲	۲۹۶۸۴	۳/۸
استان فارس	۴۵۲۲۶	۴۴۳۸۶	۱/۹	۱۳۴	۱۳۳	-/۸	۴۵۳۶۰	۴۴۵۱۹	۱/۹
استان یوشهر	۱۷۶۰۸	۱۷۰۴۵	۳/۳	۷۰۲	۶۹۶	-/۹	۱۸۳۱۰	۱۷۷۴۱	۳/۲
شمال استان کرمان	۱۵۷۲۱	۱۵۳۶۳	۲/۳	۶۱۳	۶۰۷	۱/۰	۱۶۳۳۴	۱۵۹۷۰	۲/۳
جنوب استان کرمان	۲۹۱۹۱	۲۸۸۰۸	۱/۳	۳۶۷	۳۶۲	۱/۴	۲۹۵۵۸	۲۹۱۷۰	۱/۳
استان گیلان	۲۲۴۲۰	۲۱۷۲۳	۳/۲	۸۳۰	۸۱۷	۱/۶	۲۳۲۵۰	۲۲۵۴۰	۳/۱
استان مازندران	۳۳۹۰۵	۳۳۱۹۴	۲/۱	۸۰۴	۷۹۵	۱/۱	۳۴۷۰۹	۳۳۹۸۹	۲/۱
غرب استان مازندران	۱۴۳۹۹	۱۳۹۵۲	۳/۲	۲۴۰	۲۴۲	-۰/۸	۱۴۶۳۹	۱۴۱۹۴	۳/۱
استان گلستان	۱۹۵۰۸	۱۸۵۴۳	۵/۲	۳۸۱	۳۷۷	۱/۱	۱۹۸۸۹	۱۸۹۲۰	۵/۱
استان هرمزگان	۲۴۴۸۱	۲۳۹۴۷	۲/۲	۲۷۴۷	۲۶۶۴	۳/۱	۲۷۲۲۸	۲۶۶۱۱	۲/۳
استان یزد	۱۶۰۵۱	۱۵۸۷۰	۱/۱	۲۸۰	۲۸۰	-/۰	۱۶۳۳۱	۱۶۱۵۰	۱/۱
آب و برق کیش	۱۰۱	۹۷	۴/۱	۶۱۴	۵۸۷	۴/۶	۷۱۵	۶۸۴	۴/۵
جمع کل	۷۲۸۳۱۸	۷۰۶۵۹۱	۳/۱	۴۰۲۰۷	۴۰۷۵۰	-۱/۳	۷۶۸۵۲۵	۷۴۷۳۴۱	۲/۸