



شرکت توانیر

## فرم تشریح و اگذاری پروژه

RFP36-21



رژشگاه نیرو

عنوان پروژه:	طراحی و ساخت دستگاه ارزیابی وضعیت آنلاین بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت
عنوان طرح:	طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت
واحد اجرایی:	طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت

برآورد مدت زمان اجرای پروژه: ۱۸ ماه

تبیین و تشریح پروژه همراه با ذکر مراحل کلی:

بوشینگ‌ها یکی از مهم‌ترین بخش‌های ترانسفورماتور می‌باشند که علاوه بر فراهم‌سازی ساپورت مکانیکی لازم برای خطوط فشارقوی، نقش یک ترمینال عایقی جهت هدایت جریان به داخل تجهیز ترانسفورماتور را ایفا می‌کنند. بوشینگ‌ها در انواع متفاوتی ساخته شده‌اند که موارد پر کاربرد آنها در شبکه برحسب ساختار عایق‌بندی، به شرح زیر است:

- بوشینگ‌های با کاغذ اشباع شده از روغن (OIP)

- بوشینگ‌های با کاغذ رزین پیچی شده (RBP)

- بوشینگ‌های با کاغذ اشباع شده از رزین (RIP)

- بوشینگ‌های با فیبر اشباع شده از رزین (RIS/RIF)

بوشینگ‌ها تحت تاثیر تنش‌های ولتاژی، جریانی و حرارتی ترانسفورماتور، شرایط محیطی و همچنین تنش‌های مکانیکی قرار دارند. عایق بوشینگ بر اثر رطوبت، تخلیه جزئی، کرونا، پیری و ضربات فیزیکی در شرایط کار عادی ترانسفورماتور تخریب می‌گردد. در واقع یکی از شایع‌ترین علل خرابی ترانسفورماتورها خطا و نقص در عملکرد بوشینگ‌ها می‌باشد که تقریباً در تمام مطالعات بین‌المللی مرتبط با خرابی ترانسفورماتورها، بوشینگ به عنوان یک عامل اصلی در کنار سایر قطعات ترانسفورماتور از قبیل سیم‌پیچ و تپ‌چنجر قرار دارد.

به طور کلی مکانیزم خطا در بوشینگ به چهار شکل می‌تواند باشد:

➤ مکانیکی (لرزش‌ها، خرابکاری، نیروهای الکتروستاتیکی وارد بر بوشینگ)

➤ حرارتی (تشکیل حباب گاز، مشکل مسیر جریان و هادی آن)

➤ الکتریکی و دی الکتریک (مشکل بوشینگ و شیلد، ترک خوردگی هسته و لایه لایه شدن، مشکل VFT)

➤ شیمیایی و محیطی (آب بندی ضعیف، ورود رطوبت، ایجاد رطوبت در داخل، سولفورخورنده و مس فعال در بوشینگ‌های OIP، مشکل حیوانات کوچک همراه با آلاینده‌ها و مشکلات زیست محیطی)

اما مهم‌ترین تفاوتی که باعث اهمیت فراوان تحلیل خرابی بوشینگ‌ها می‌شود این است که یکی از معمول‌ترین علت آتش‌سوزی ترانسفورماتورها خطا در بوشینگ بوده که منجر به آسیب‌های بزرگی در محیط اطراف نیز می‌گردد.

با توجه به گزارش سیگره [۱] در آنالیز محل وقوع خطا در ترانسفورماتورهای اصلی نیروگاهی و فوق توزیع و انتقال، ۱۷ درصد بوشینگ محل وقوع خطا تشخیص داده شده است و در ترانسفورماتورهایی که دچار آتش‌سوزی یا انفجار شده‌اند ۳۷ درصد بوشینگ سبب حادثه بوده است. نظر به نقش مهمی که بوشینگ در حوادث مربوط به ترانسفورماتور ایفا می‌کند ارزیابی وضعیت مداوم و شناخت خطاهای مربوط به آن امری ضروری است که باید در دستور کار بهره‌برداران ترانسفورماتورها قرار گیرد. در حالیکه به علت قابل توجه نبودن قیمت بوشینگ با قیمت سایر اجزای ترانسفورماتور این پیش‌فرض غیر دقیق ایجاد شده است که ارزیابی وضعیت بوشینگ امری اقتصادی نبوده و در وقوع خطا یا آسیب می‌توان آن‌ها را جایگزین نمود. لذا با در نظرگیری این موارد جلوگیری از صدمه به بوشینگ بسیار مهم بوده که نه تنها می‌تواند به عدم خروج ترانسفورماتور از مدار کمک نماید بلکه حتی سبب حفظ آن برای جلوگیری از آتش -



شرکت توانیر

## فرم تشریح و اگذاری پروژه

RFP36-21



عنوان پروژه:

طراحی و ساخت دستگاه ارزیابی وضعیت آنلاین بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت

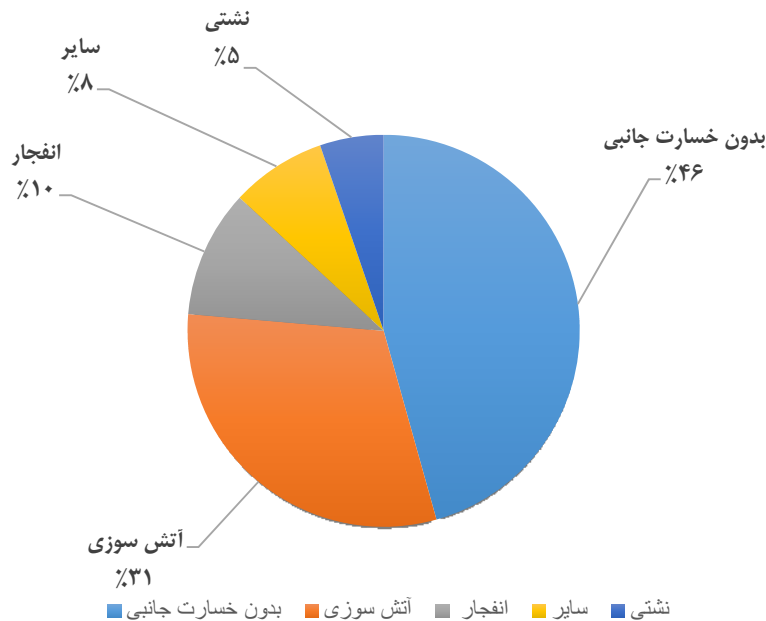
عنوان طرح:

طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت

واحد اجرایی:

طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت

سوزی یا انفجار نیز خواهد بود.



شکل (1): اثرات مختلف ناشی از عیب در بوشینگ ترانسفورماتور قدرت

با توجه به توضیحات ذکر شده نیاز است که وضعیت بوشینگ در ترانسفورماتور به صورت دائم مورد پایش قرار گیرد تا بتوان از آسیب‌های وارد شده به ترانسفورماتور و شبکه جلوگیری نمود. یک مجموعه از روش‌های مختلف می‌تواند برای ارزیابی وضعیت بوشینگ‌ها به کار گرفته شود، که به دو دسته آنلاین و آفلاین تقسیم می‌شوند.

### • روش آفلاین

این روش‌ها شامل بازرسی چشمی، اندازه‌گیری ظرفیت خازنی، تانژانت دلتا و پاور فکتور، آنالیز مادون قرمز، اندازه‌گیری تخلیه جزئی، آنالیز گازهای حل شده و اندازه‌گیری رطوبت روغن است.

### • روش آنلاین:

این روش‌ها شامل اندازه‌گیری ظرفیت خازنی، تانژانت دلتا و پاور فکتور، جریان خزشی، فشار داخلی، اضافه ولتاژهای گذرا و تخلیه جزئی است. اساساً برخی خطاها تابع دما و ولتاژ هستند که ایجاد شرایط مشابه و واقعی آنها در تست‌های آفلاین بسیار مشکل است. تشخیص به موقع عیوب بوشینگ با تست‌های آفلاین که عموماً هر دو یا سه سال یکبار انجام می‌گردند نیاز به خوش شانسی دارد تا مشکل به موقع آشکار گردد. زیرا عموماً فاصله زمانی بین شروع برخی از عیوب در بوشینگ تا fail شدن آن بسیار کوتاه و در حدود چند روز تا چند هفته است. لذا نیاز جدی به پایش آنلاین وضعیت عایقی بوشینگ‌های فشارقوی وجود دارد. از مهم‌ترین پارامترها جهت ارزیابی وضعیت بوشینگ، ضریب تلفات عایقی و ظرفیت خازنی بوشینگ است.



شرکت توانیر

## فرم تشریح و اگذاری پروژه

RFP36-21



عنوان پروژه:	طراحی و ساخت دستگاه ارزیابی وضعیت آنلاین بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت
عنوان طرح:	طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت
واحد اجرایی:	طرح توسعه فناوری ساخت و بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای قدرت

در حال حاضر شرکت‌های متنوعی از جمله دو شرکت ABB و MR سیستم مانیتورینگ آنلاین بوشینگ را در اختیار بهره‌برداران ترانسفورماتور قرار داده‌اند. که با ارزیابی آنلاین مدام وضعیت بوشینگ در هر سه فاز و با توجه به تغییرات ظرفیت خازنی و ضریب تلفات عایقی امکان تشخیص زودهنگام خطاهای بوشینگ‌های نوع RIP, RIS و OIP تا رده ولتاژ ۸۰۰ کیلوولت را فراهم کرده و جلوگیری از آسیب ترانسفورماتور را ممکن می‌سازد. در این سیستم وضعیت عایق می‌شود و این مقایسه به هیچ عنوان با مقادیر ترانسفورماتور مشابه یا مقادیر کارخانه‌ای نیست.

### 1. CIGRE 642, Transformer Reliability Survey, WG A2.37, December 2015

#### شرح خدمات و مراحل کلی انجام پروژه:

- مطالعه و بررسی پیشرفت‌ها و تحقیقات بین المللی انجام گرفته
- طراحی و پیاده سازی سخت افزار و سنسورهای اندازه‌گیری
- طراحی و پیاده سازی نرم افزار پایش آنلاین بوشینگ و ارزیابی وضعیت
- یکپارچه سازی دستگاه و انجام آزمون عملکردی دستگاه
- اجرا و انجام تست ارزیابی آنلاین بر روی بوشینگ ترانسفورماتور نمونه

#### اهداف، نتایج و دستاوردهای پروژه :

از جمله مهمترین نتایج و دستاوردهای دستگاه ارزیابی وضعیت آنلاین بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت در این پروژه عبارتند از:

- افزایش عمر ترانسفورماتور
- افزایش قابلیت اطمینان سیستم
- ارزیابی سریع وضعیت عایقی بوشینگ ترانسفورماتور و جلوگیری از بروز آتش‌سوزی
- تشخیص آنلاین و سریع بدون نیاز به خاموشی آن
- تصمیم گیری صحیح درباره برنامه نگهداری ترانسفورماتور با توجه به وضعیت بوشینگ و جلوگیری از خروج ناخواسته ترانسفورماتور
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

مشخصات محصول نهایی (خروجی مورد انتظار):

○ دستگاه ارزیابی وضعیت آنلاین بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت

اطلاعات تماس:

☎ تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ داخلی ۴۹۱۶

✉ آدرس پست الکترونیکی: [hnorouzi@nri.ac.ir](mailto:hnorouzi@nri.ac.ir)