

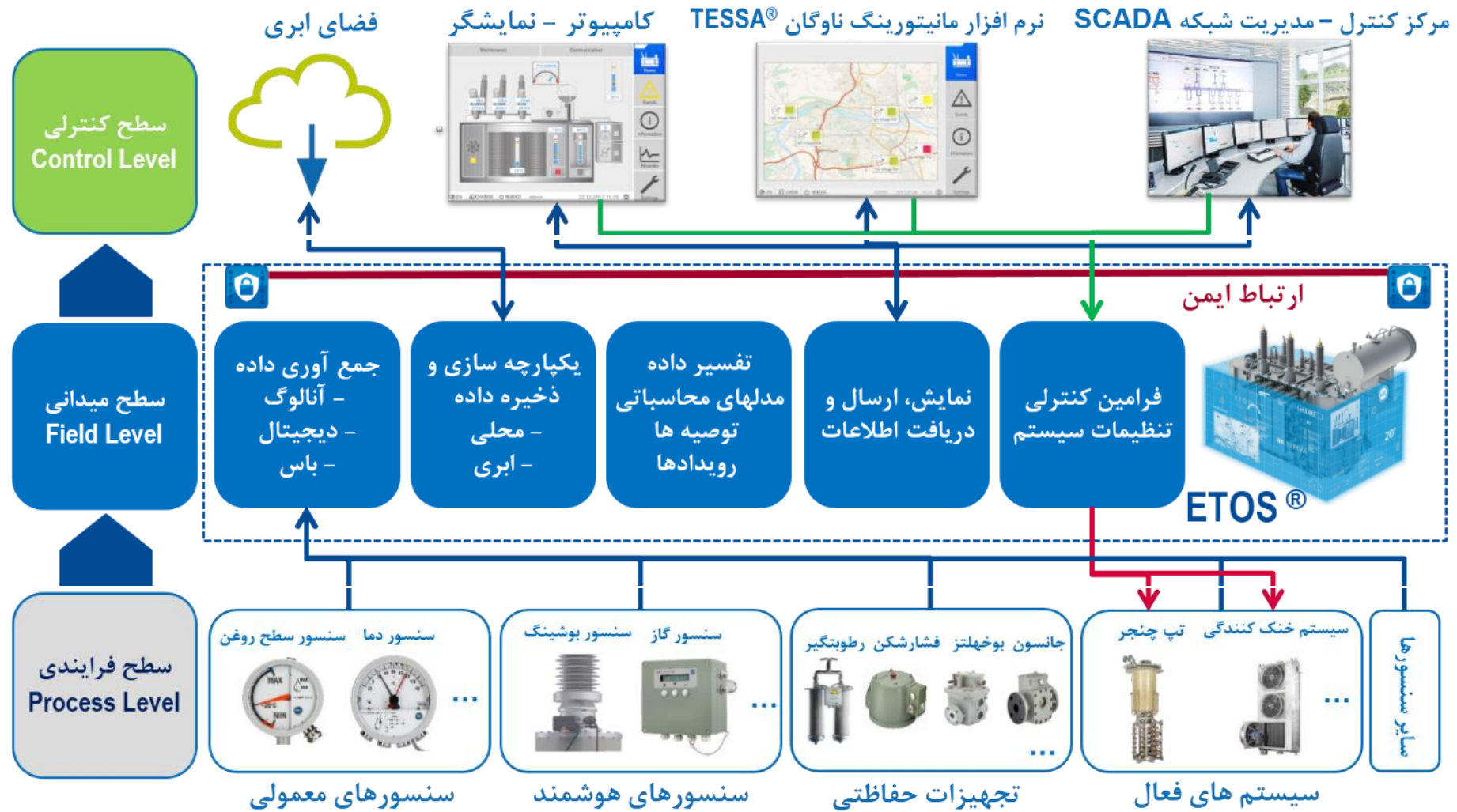


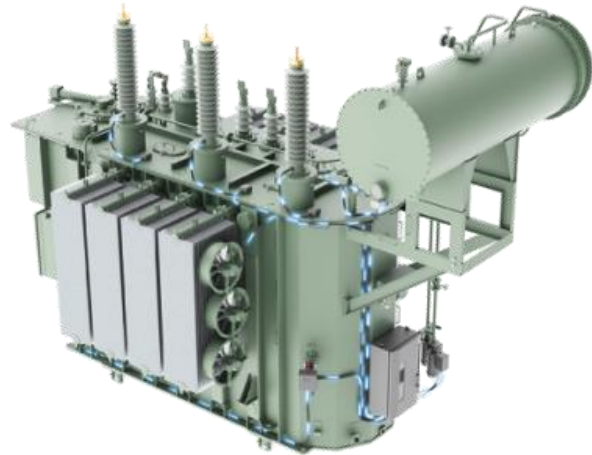
**معرفی ETOS**  
**به عنوان راهکاری برای**  
**مانیتورینگ و هوشمند سازی ترانسفورماتور**

ارائه دهنده: پدram الهامی نیا



**انرژیان**  
ENERJAN





❖ هزینه‌های مالکیت: قیمت ترانسفورماتور + هزینه تلفات + **هزینه‌های بهره‌برداری**

❖ هوشمند سازی و دیجیتالی سازی:

➤ افزایش هزینه‌های ترانسفورماتور (به مقدار کم)

➤ سنسورهای هوشمند

➤ سیستم عامل شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار

✓ کاهش هزینه‌های بهره‌برداری

✓ افزایش زمان میان دوره‌های بازدید آفلاین

✓ تشخیص زودهنگام خطاها و جلوگیری از حوادث بزرگ، انفجار و خسارات

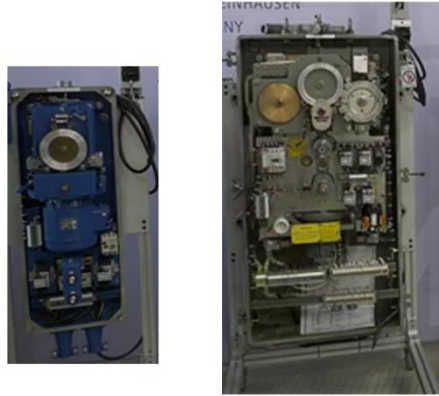
✓ کاهش زمان خروج از مدار

✓ کاهش هزینه انرژی تامین نشده (ENS)

✓ افزایش (یا حداقل حفظ) طول عمر ترانسفورماتور

✓ بهره‌برداری بهینه با شناخت بیشتر

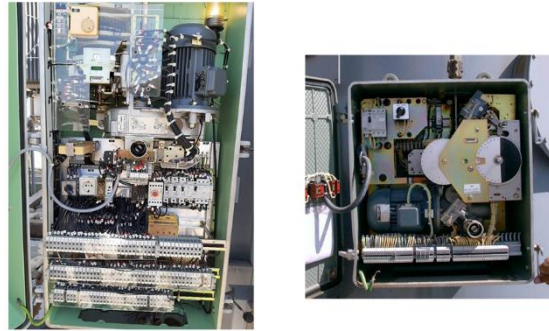
## ETOS محصول 90 سال خلاقیت MR



MA 2  
1954-1972

MA 4  
1957-1974

الکترومکانیکال



MA 7/8  
1972-2000

MA 9  
1978-2000

الکترونیکال



TAPMOTION ED  
1998

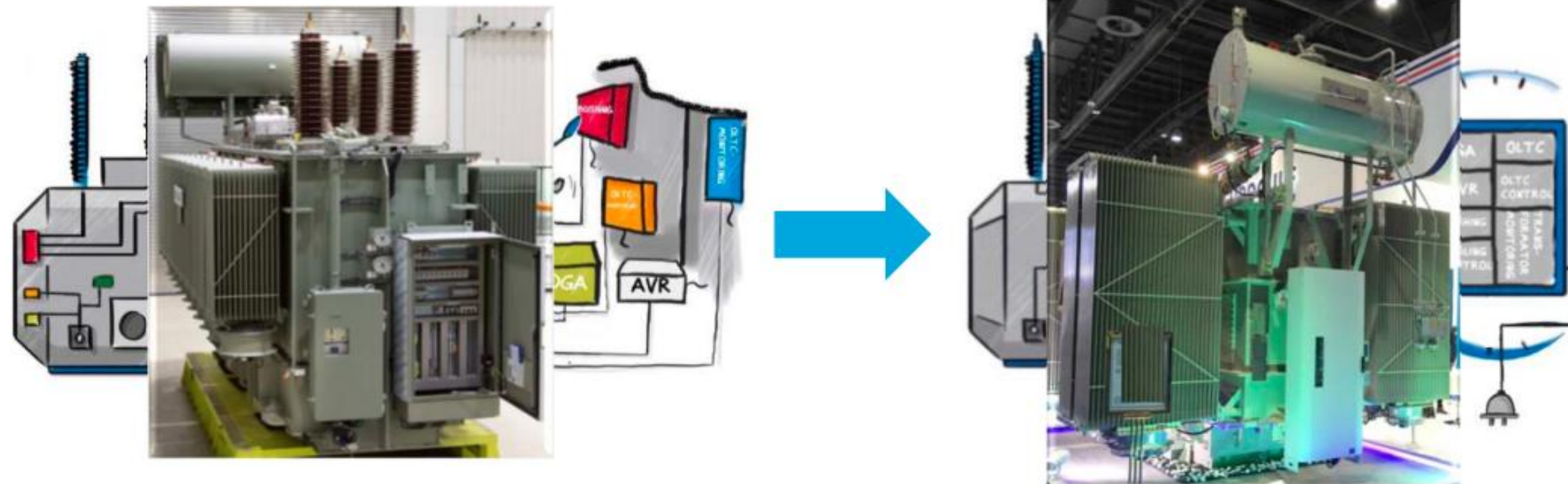
ETOS  
2018

کامپیوتری

مانیتورینگ تپ چنجر

مانیتورینگ ترانسفورماتور

## کاهش پیچیدگی سیستم اتوماسیون با هوشمند سازی دیجیتال



# ETOS

## Embedded Transformer Operating System

کنترل موتور دراگو و سیستم AVR برای تنظیم اتوماتیک ولتاژ



OLTC: مانیتورینگ وضعیت مکانیکی



MSENSE BM: مانیتورینگ وضعیت پوشینگ‌های فشار قوی و ضعیف



MSENSE DGA 2/3 - 5/9: مانیتورینگ وضعیت سیستم عایقی بر اساس انحرافات الکتریکی و دمایی



### ETOS® – EDGE INTELLIGENCE



اندازه‌گیری ولتاژ و جریان



کنترل و مانیتورینگ سیستم خنک کننده



MSESNE FO: اندازه‌گیری مستقیم دمای سیم پیچ



MTRAB 2.5: رطوبت‌گیر و مانیتورینگ چرخه‌های تنفسی ترانسفورماتور



OLTC



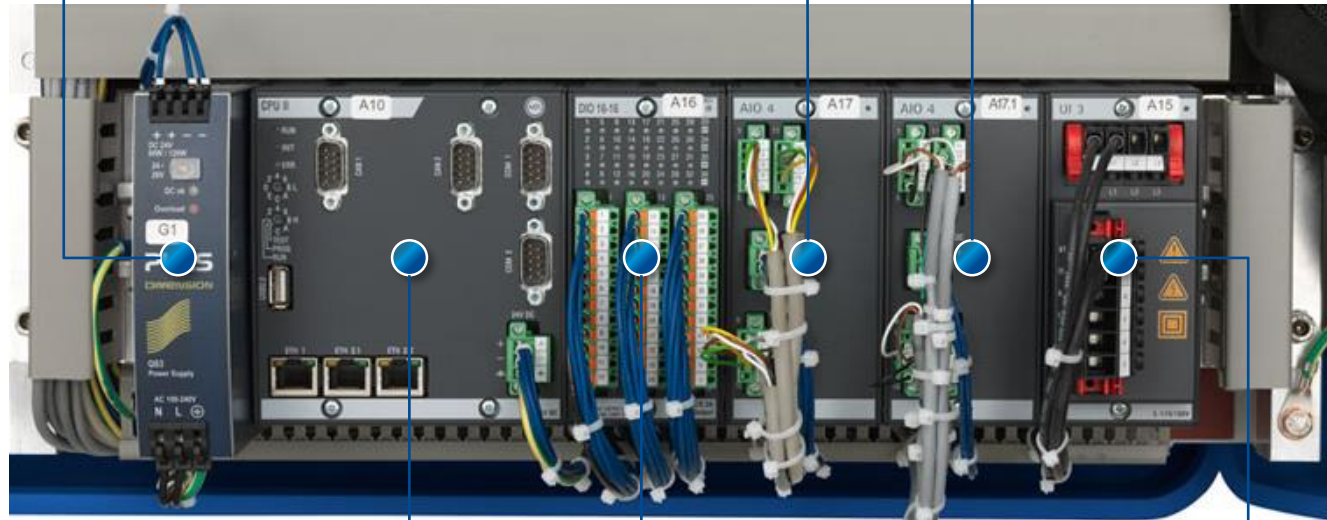
امنیت

## ماژول‌های ETOS بر روی سخت‌افزارهای سیستم ISM بنا شده است

Wide-range power supply  
100-240V AC 15%

**AIO 4:** Analog input module  
upper oil temperature, OLTC temperature,  
ambient Temperature

**AIO 4:** Optional analog input module  
DGA, oil humidity



**CPU II:**  
3 x RJ45  
IEC60870-5-101, -103, -104  
IEC61850  
DNP3  
Modbus TCP, RTU, ASCII  
Remote maintenance support

**DIO 16-16:** Digital input/output module  
Buchholz, pressure relief relay  
RS2001, step position Q1 Motor drive, motor  
running, door contact, further inputs

**UI 3:** measuring voltage and  
load current of the monitored  
transformer  
(3-column version 3x UI 3)

## ترانسفورماتورهای جدید

## ETOS TD



راهکار خلاقانه برای موتوردرایو  
حذف درایوشفت و انتقال فرمان توسط کابل

## ETOS ED



اتصال مکانیکی با درایوشفت

## ترانسفورماتورهای در حال بهره‌برداری

## ETOS StandAlone



قابلیت نصب در پست یا اتاق کنترل



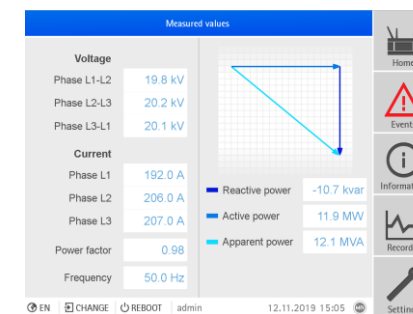
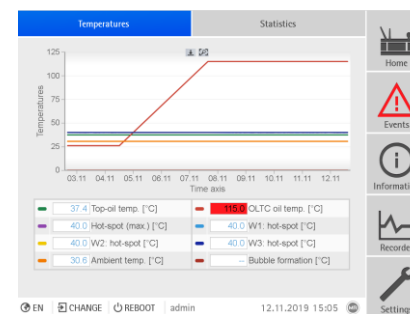
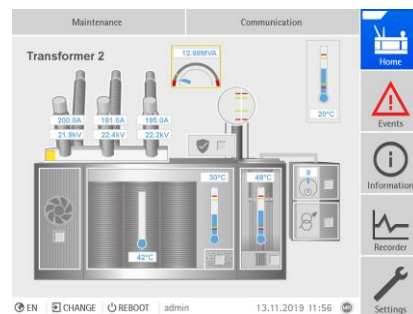
## مانیتورینگ ترانسفورماتور

## عملکردهای پایه



- ❖ مانیتورینگ وضعیت رله جانسون، رله بوخهلتر، فشارشکن و فیلتر روغن
- ❖ مانیتورینگ دمای روغن
- ❖ مانیتورینگ پارامترهای الکتریکی: ولتاژ سیستم، جریان بار، فرکانس، ضریب بار، توان اکتیو، توان راکتیو، توان ظاهری
- ❖ محاسبه دمای نقطه داغ مطابق با استانداردهای IEC 60076-7 و ANSI/IEEE C57.91
- ❖ محاسبه نرخ پیری و عمر از دست رفته
- ❖ ثبت موقعیت تپ
- ❖ ذخیره بیش از 1 میلیون رویداد (Event)

FIELD LEVEL



## مانیتورینگ ترانسفورماتور

## عملکردهای پیشرفته



❖ ظرفیت ترانس برای تحمل اضافه بار در کوتاه مدت و بلندمدت بر اساس محاسبه لایو و شبیه سازی پیش بینی

اضافه بار مطابق با استانداردهای IEC 60076-7 و ANSI/IEEE C57.91

❖ محاسبه دمای تشکیل حباب

❖ محاسبه رطوبت موجود در عایق کاغذی

❖ محاسبه اضافه بار ترانسفورماتور بر اساس استانداردهای IEC 60076-7 و IEEE Std C57.91

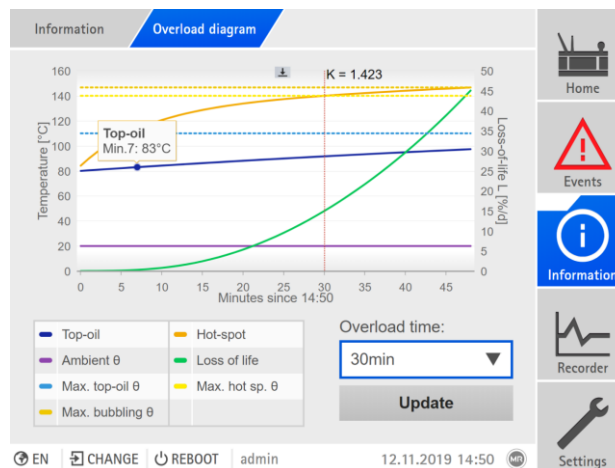
❖ نمایش مقادیر محاسبه شده (یا جدول آنها) برای دوره اضافه بار مورد نظر، شامل:

✓ ضریب بار مجاز K

✓ پیش بینی روند دما (hot-spot, top-oil)

✓ محدوده مجاز مرتبط

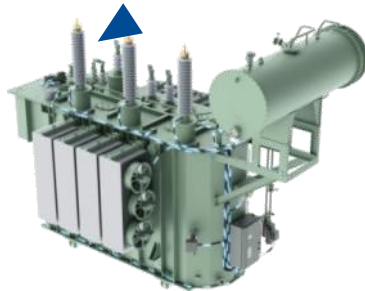
✓ روند پیش بینی عمر از دست رفته و دمای محیط



## مانیتورینگ پوشینگ

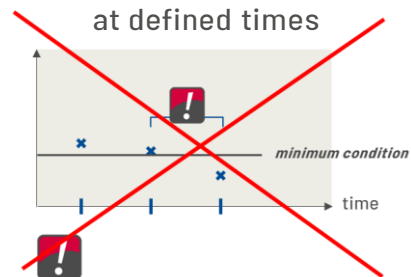
## عملکردها

- ❖ مانیتورینگ تغییرات در ظرفیت خازنی و ضریب تلفات ( $\tan\delta$ )
- ❖ تعیین محدوده‌های مشخص برای مانیتورینگ بهینه
- ❖ ثبت ولتاژ سیستم برای حذف عدم تعادل شبکه (Network Imbalances)
- ❖ حذف تاثیر دما با بهره‌گیری از متد خلاقانه "رفرنس 2 گانه"
- ❖ قابلیت نصب در ترانسفورماتورهای جدید و در حال بهره‌برداری



FIELD LEVEL

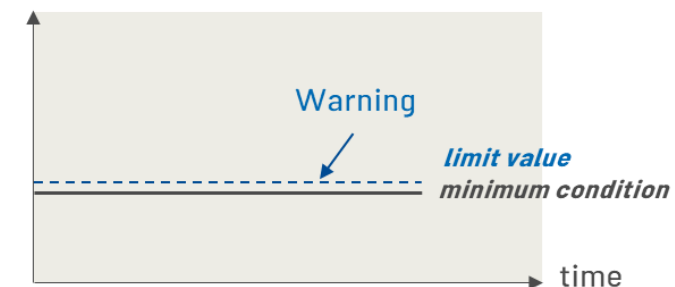
condition at offline monitoring  
at defined times



failures can occur but not detected  
between two offline measurements



condition at permanent online monitoring



early fault detection

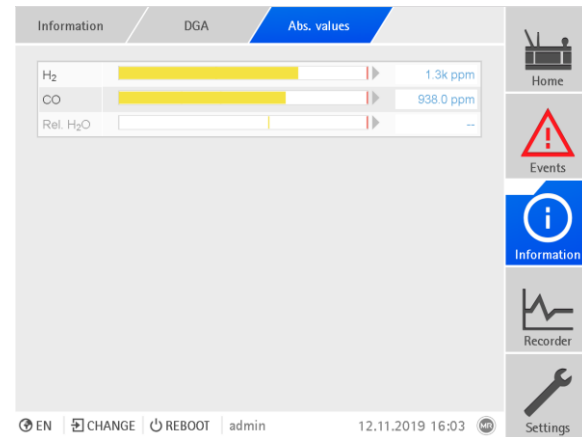
## مانیتورینگ گازهای محلول در روغن (DGA)

## عملکردهای پایه

- ❖ ثبت آنلاین تا 8 گاز مختلف به همراه رطوبت در روغن و مقدار کل گاز موجود
- ❖ امکان تعیین محدوده مجاز برای هر گاز
- ❖ نمایش منحنی گازهای اندازه‌گیری شده
- ❖ رابط 4...20mA یا Modbus RTU برای ثبت سیگنال‌های سنسور DGA



FIELD LEVEL



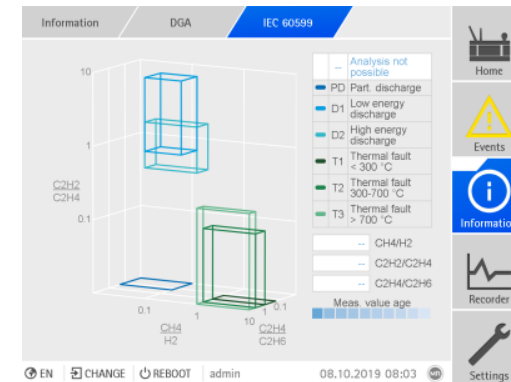
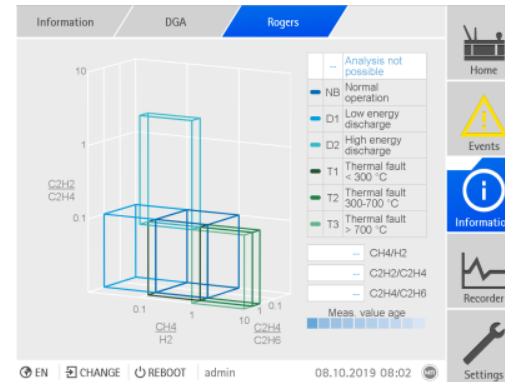
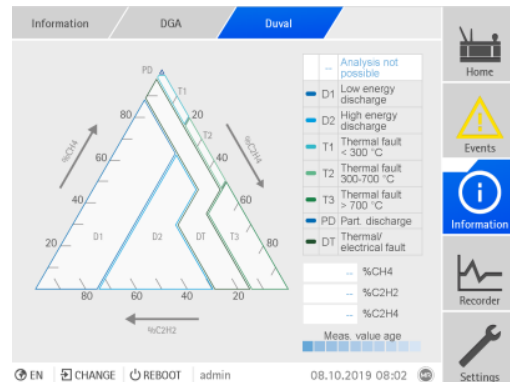
## مانیتورینگ گازهای محلول در روغن (DGA)

### عملکردهای پیشرفته

❖ تحلیل گازها بر اساس مثلث دوال، نسبت راجرز، دورنبرگ و استاندارد IEC60599



FIELD LEVEL



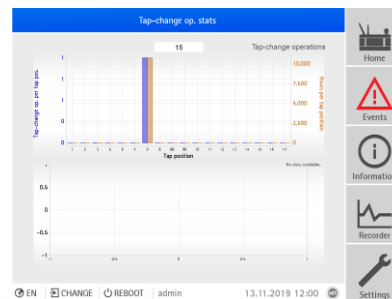
## مانیتورینگ OLTC

عملکردهای پایه (قابل اجرا در همه طراحی‌های ETOS)

ETOS® Designs:  ETOS®  ETOS® ED  ETOS® TD  ETOS® IM

- ❖ مانیتورینگ وضعیت سیگنال‌های موتور درایو
- ❖ محاسبه و پیشنهاد دوره‌های سرویس و نگهداری برای تپ چنجرهای روغنی و خلاء
- ❖ محاسبه خوردگی کنتاکت در تپ چنجرهای روغنی
- ❖ آمار موقعیت تپ‌ها (تعداد عملکرد در هر تپ، مدت‌زمان صرف شده در هر تپ)
- ❖ مانیتورینگ دمای روغن تپ چنجر
- ❖ ورودی و خروجی‌های قابل تنظیم

FIELD LEVEL



Maintenance

Last Maintenance	Next Maintenance	Interval	Event
02.10.2019	0.2%	...	OLTC maintenance
...	0.0%	...	OLTC replacement
...	0.0%	...	DSI replacement
...	0.0%	...	Selector maintenance
02.10.2019	0.6%	30.09.2020	Oil sample
...	0.2%	23.09.2020	OLTC operator interval

EN CHANGE REBOOT admin 13.11.2019 12:06

Contact wear

Component	Wear Value	Component	Wear Value
MSCA	6.165 μm	MSCA - TC1A	-41.106 μm
MSCB	6.164 μm	MSCA - TC2A	--
TC1A	47.271 μm	TC1A - TC2A	--
TC1B	47.286 μm	MSCB - TC1B	-41.101 μm
TC2A	--	MSCB - TC2B	--
TC2B	--	TC1B - TC2B	--
max. wear thickness	47.271 μm	max. wear diff.	41.106 μm
		max. wear	47.271 μm

EN CHANGE REBOOT admin 12.08.2015 19:37

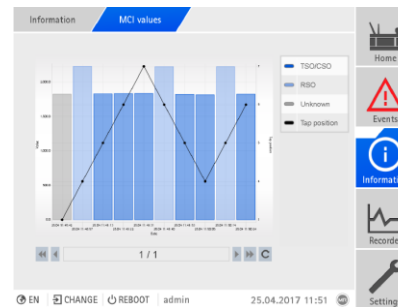
## مانیتورینگ OLTC



## عملکردهای پیشرفته - شاخص جریان موتور مطابق با استاندارد IEEE PC57.143

ETOS® Designs: ETOS® ETOS® ED ETOS® TD ETOS® IM

- ❖ مانیتورینگ تکمیلی OLTC مطابق با استاندارد IEEE PC87.143
- ❖ سنجش جریان هجومی و تمام مراحل سوئیچینگ تپ چنجر
- ❖ تشخیص زودهنگام خطاهای مکانیکی در سیستم درایو تپ چنجر
- ❖ ثبت 3000 رکورد اخیر که تحلیل روند طولانی مدت را ممکن می‌سازد
- ❖ قابل استفاده در کنار محصولات MR یا کارخانه‌های دیگر و قابلیت استفاده در پروژه‌های Retrofit



Tap selector operation / change-over selector op.	
Value	Date
Maximum	1866.7 21.04.2017 12:18:07
Minimum	1857.6 21.04.2017 12:17:48

Reverse switching operation	
Value	Date
Maximum	2246.7 21.04.2017 12:18:26
Minimum	2246.7 21.04.2017 12:18:26

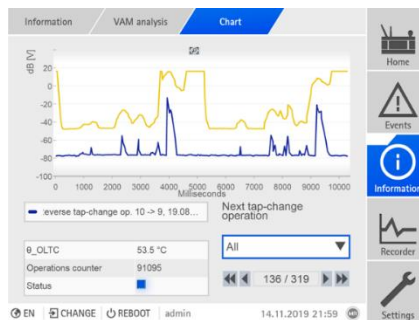
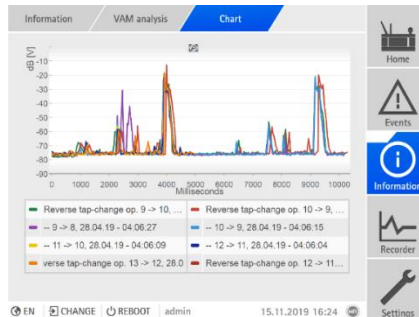
Last reset: 21.04.2017 12:17:48

[Reset](#)

## مانیتورینگ OLTC

## عملکردهای پیشرفته – مانیتورینگ و بیره آکوستیک تپ چنجر

ETOS® Designs:  ETOS®  ETOS® ED  ETOS® TD  ETOS® IM



FIELD LEVEL

- ❖ اولین راهکار آنلاین برای مانیتورینگ و بیره آکوستیک
  - ❖ شناسایی خطاها در مراحل اولیه که با روش‌های دیگر قابل شناسایی نیستند
  - ❖ امکان تجزیه و تحلیل دقیق توسط MR
  - ❖ ارائه دلایل احتمالی و دستورالعمل‌های شفاف به منظور جلوگیری از بروز حادثه
  - ❖ الگوریتم خودآموز
  - ❖ که یکپارچگی آسان و نصب روی هر ترانسفورماتور و تپ چنجر را تضمین می‌کند
  - ❖ امکانات ترکیبی منعطف
- در کنار سایر ماژول‌های ETOS، یک راهکار یکپارچه و سیستم هوشمند ایجاد می‌کند



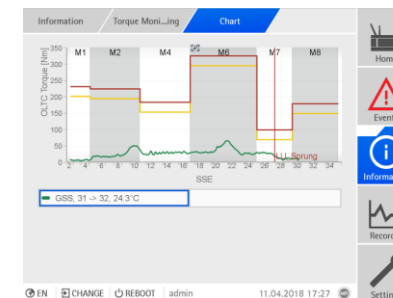
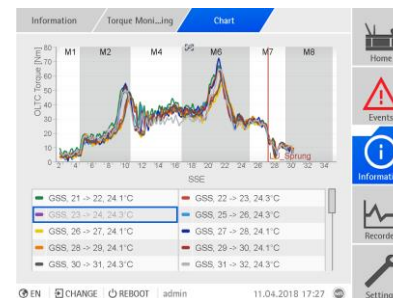
## مانیتورینگ OLTC

## عملکردهای پیشرفته – مانیتورینگ گشتاور تپ چنجر\*



ETOS® Designs: ETOS® ETOS® ED ETOS® TD ETOS® IM

- ❖ مانیتورینگ آنلاین و در لحظه گشتاور و موقعیت تپ با الگوریتم‌های پیشرفته
- ❖ تشخیص زودهنگام خطاهای مکانیکی تدریجی و ناگهانی در سیستم الکترومکانیکال درایو تپ چنجر (از موتور درایو تا سلکتور توسط self-calibrating multiturn encoder)
- ❖ ثبت 5000 رکورد اخیر که تحلیل روندهای بلندمدت را ممکن می‌سازد
- ❖ یک سیستم کاملا منطبق بر محصولات قبلی MR مثل تپ چنجرهای تحت بار



(\* قابل استفاده در تپ چنجرهای:

VACUTAP® VV, VVS, VR, VR next generation, VM, VMS & OILTAP® types V, M, R and MS.

## مانیتورینگ سیستم خنک کننده

## مانیتورینگ هوشمند سیستم خنک کننده



- ❖ تعداد استارت‌ها در هر مرحله خنک‌کنندگی (تا 6 مرحله خنک‌کنندگی)
- ❖ زمان بهره‌برداری در هر مرحله خنک‌کنندگی
- ❖ مانیتورینگ  $R_{th}$  و بهره‌وری خنک‌کنندگی
- ❖ مانیتورینگ سویچ‌های حفاظتی موتور
- ❖ امکان ترکیب با "کنترل هوشمند سیستم خنک‌کنندگی"

Information		Cooling systc...rol			
Group 1	Group 2	Group 3	Home		
Number of starts: 1	Number of starts: 0	Number of starts: 0	Events		
Operating time: 0d 0h	Operating time: 0d 0h	Operating time: 0d 0h	Information		
Delay: 2 Min	Delay: 2 Min	Delay: 2 Min	Recorder		
Hysteresis: 5.0 K	Hysteresis: 5.0 K	Hysteresis: 5.0 K	Settings		
Switching point: 50.9 °C	Switching point: 78.9 °C	Switching point: 65.0 °C			
Group 4					
Number of starts: 0					
Operating time: 0d 0h					
Delay: 2 Min					
Hysteresis: 5.0 K					
Switching point: 60.0 °C					
EN CHANGE REBOOT admin		13.11.2019 12:29			

## مانیتورینگ سیستم خنک کننده

## کنترل هوشمند سیستم خنک کننده



❖ قابلیت تنظیم نقاط سویچزنی، هیستریزس و زمان تاخیر بر اساس نیازهای شما

❖ الگوریتم‌های کنترل متنوع

✓ فعال سازی گروه‌های خنک کننده به صورت دوره‌ای

✓ خنک کنندگی پیش‌بینانه

❖ مانیتورینگ  $R_{th}$  و بهره‌وری خنک کنندگی

❖ امکان راه‌اندازی متناوب برای راندمان بالاتر خنک کنندگی و استعلاک کمتر فن‌ها (در صورت درخواست مشتری)

Name	Value
Activate	On
Switch-on input variable	Top-oil temperature
Switch-off input variable	Top-oil temperature
Switching point	50.9 °C
Hysteresis	5 K
Switch-on delay	2 min
Activate altern. mode	On
Activate period. mode	On
Active if error	On
Operating duration	190 s
Number of starts	1

EN CHANGE REBOOT admin 13.11.2019 12:30 Settings

Name	Value
Min. fan run time after error	300 s
Minimum fan speed	10 %
Maximum fan speed	100 %
Lower threshold for top-oil temp.	20 °C
Upper threshold for top-oil temp.	60 °C
Lower load factor threshold	0 %
Upper load factor threshold	100 %

EN CHANGE REBOOT admin 11.12.2017 14:01 Settings

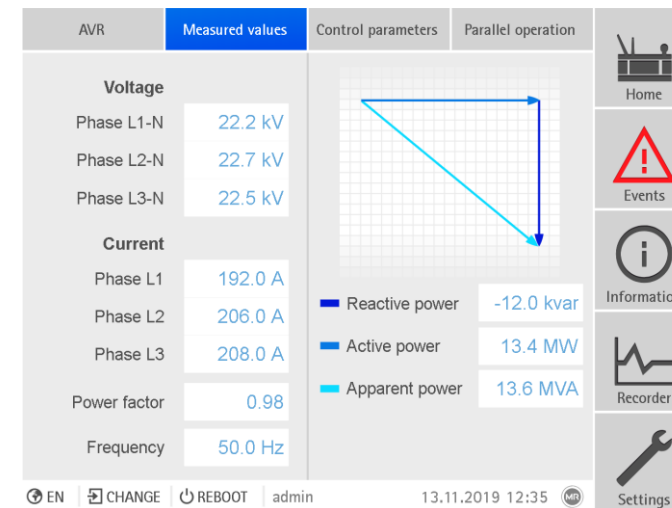
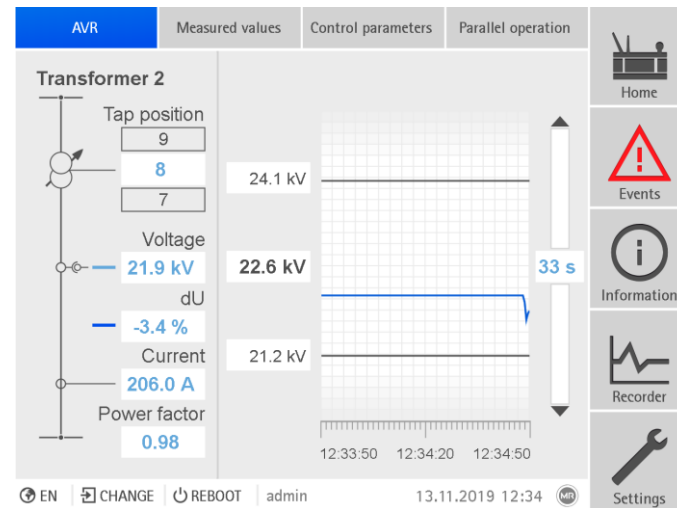
## تنظیم ولتاژ اتوماتیک

## عملکردهای پایه

- ❖ اندازه‌گیری ولتاژ سیستم و جریان بار (تک فاز و سه فاز)
- ❖ تعیین یک مقدار دلخواه (محدوده مجاز مورد نظر)
- ❖ تنظیم ولتاژ با زمان تاخیر خطی T1
- ❖ بررسی وضعیت موتوردرایو

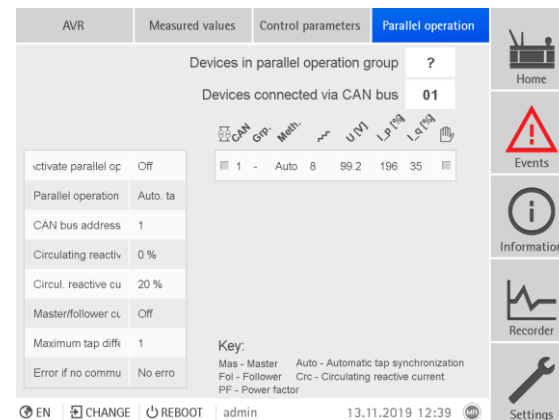
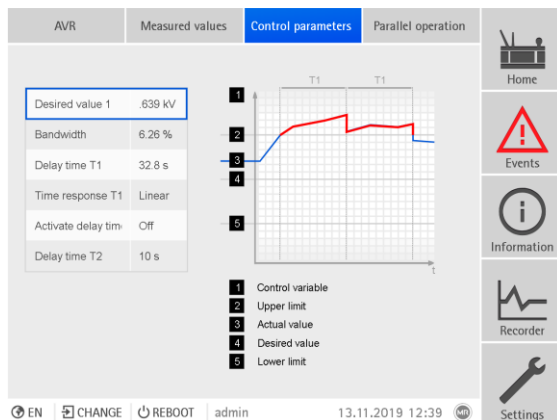


FIELD LEVEL



## تنظیم ولتاژ اتوماتیک

## عملکردهای پیشرفته



❖ تعیین مقادیر دلخواه بیشتر (3 تا 5 مقدار)

❖ تنظیم ولتاژ اتوماتیک به صورت خطی یا انتگرالی با 2 زمان تاخیر T1 و T2

❖ بهره‌برداری پارالل از طریق CAN bus (تا 16 ترانسفورماتور)

❖ جبران افت خط (R-X or Z compensation)

❖ مانیتورینگ پهنای باند

❖ مانیتورینگ عملکردها

❖ مانیتورینگ محدوده مجاز تعیین شده

	Germany	78
	Thailand	8
	Philippines	29
	USA	71
	Canada	17
	South Africa	24
	Norway	26
	India	17
	China	186
	Brasil	60
	Pakistan	28
	Saudi Arabia	12
	Cypres	14
	France	1
	Georgia	2
	Honduras	4
	Iceland	2
	Dom. Republic	1
	Sri Lanka	4
	Nepal	11



Romania	6	
Mexico	4	
Vietnam	53	
Korea	2	
Italy	12	
New Zealand	2	
Oman	49	
Russia	3	
Polen	6	
Argentina	2	
Armenia	3	
Australia	9	
Bosnia H.	1	
Belarus	1	
Switzerland	5	
Chile	4	
Columbia	2	
Egypt	95	
Kazakhstan	3	

**Total: 1780 units with monitoring applications**



**Total: 4796 ISM**



## امنیت سایبری در بالاترین حد

### معماری محصول

- ❖ فایروال از پیش تنظیم شده و ادغام شده مطابق با IEC 62443
- ❖ رمزنگاری شده با پروتکل SSL/TLS مطابق با پروتکل کریپتوگرافی BSI TR 02102
- ❖ سطح دسترسی کنترل شده (RBAC) مطابق با IEC 62351
- ❖ مدیریت رمز عبور مطابق با دستورالعمل‌های امنیتی NERC-CIP
- ❖ Defense in depth: پروتکلی برای تنظیم مکانسیم‌های دفاعی  
به صورت لایه لایه جهت حفاظت از داده‌های ارزشمند
- ❖ توانایی غیرفعال کردن سخت‌افزارهایی که مورد نیاز نیستند
- ❖ یکپارچگی سیستم‌عامل، نرم‌افزار و داده‌ها
- ❖ احراز هویت کاربران بر اساس پروتکل RADIUS مطابق با RFC 2865

### استاندارد روز دنیا

- ❖ مورد تایید نهادهای خارج از MR و مستقل، منطبق بر BDEW

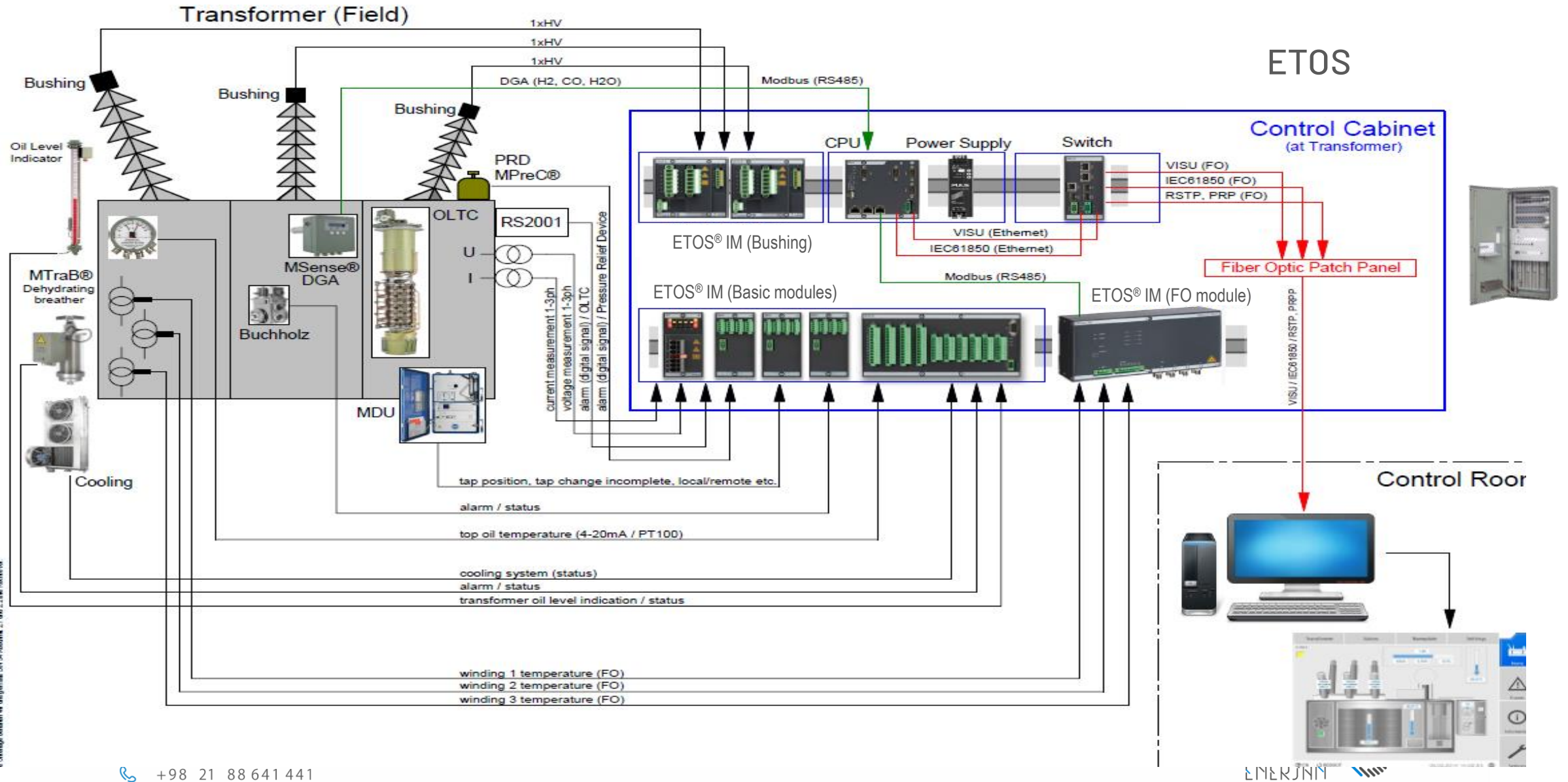
### پشتیبانی

- ❖ رابط کاربری شفاف برای امنیت سایبری مشتریان
- ❖ مدیریت امنیت محصول توسط تیم واکنش سریع کامپیوتری (CERT)
- ❖ مدیریت پیشگیرانه در مورد نقص‌های امنیتی





# نمونه پیاده‌سازی شده سیستم جامع مانیتورینگ در عربستان





THE POWER BEHIND POWER.

[www.reinhausen.com](http://www.reinhausen.com)



Time To Transform

[Enerjan.com](http://Enerjan.com)