



راهنمای آنلاین وبکو

تست PMU

tester	دسته
تست PMU	بخش
فارسی	زبان
2026-10-23	تاریخ تولید

وظیفه دستگاه PMU اندازه گیری فازور ، فرکانس و نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) است و خطای اندازه گیری هر کدام از این مقادیر به ترتیب با FE، TVE، RFE به صورت زیر تعریف میشوند:

در عبارت فوق $\hat{X}$ و X به ترتیب بردارهای مقدار واقعی فازور و مقدار تخمین زده شده توسط PMU و اندیسهای i و r به ترتیب بخش موهومی و حقیقی فازور X را نشان میدهد.

$$TVE = \sqrt{\frac{(\hat{X}_r - X_r)^2 + (\hat{X}_i - X_i)^2}{(X_r)^2 + (X_i)^2}}$$

تصویر 1

لازم است دستگاه تست به ازای تمامی برجسبهای زمانی مقدار تئوری سیگنال تزریق شده را به همراه نسبت سیگنال به نویز آن (SNR) ثبت نماید. دستگاه PMU دادههای اندازه شده را با پروتکل C37.118 به دستگاه تست ارسال مینماید. دستگاه تست به ازای برجسبهای زمانی مشخص که با توجه به نرخ ارسال داده مشخص میشود، مقادیر تئوری و اندازه گیری شده فازور، فرکانس و ROCOF را مقایسه نموده و مقادیر FE، TVE، RFE را محاسبه مینماید.

$$FE = \underline{f_{measured}} - \underline{f_{ref}}$$

$$RFE = (\underline{df/dt})_{measured} - (\underline{df/dt})_{ref}$$

تصویر 2

واحد اندازه گیری فاز (PMU) دستگاهی است که برای تخمین مقدار و زاویه فاز یک مقدار فازور الکتریکی (مانند ولتاژ یا جریان) در شبکه برق با استفاده از یک منبع زمانی مشترک برای همگام سازی استفاده می شود. همگام سازی زمان معمولاً توسط GPS یا پروتکل IEEE 1588 Precision Time ارائه می شود که امکان اندازه گیری همزمان چند نقطه از راه دور روی شبکه را فراهم می کند. PMU ها قادر به گرفتن نمونه ها از شکل موج به صورت متوالی و بازسازی کمیت فازور هستند که از یک اندازه گیری زاویه و یک اندازه گیری بزرگی تشکیل شده است. اندازه گیری حاصل به عنوان سنکروفازور شناخته می شود. این اندازه گیری های همگام زمانی مهم هستند زیرا اگر عرضه و تقاضای شبکه کاملاً مطابقت نداشته

باشند، عدم تعادل فرکانس می‌تواند باعث ایجاد استرس در شبکه شود که یک علت بالقوه برای قطع برق است.

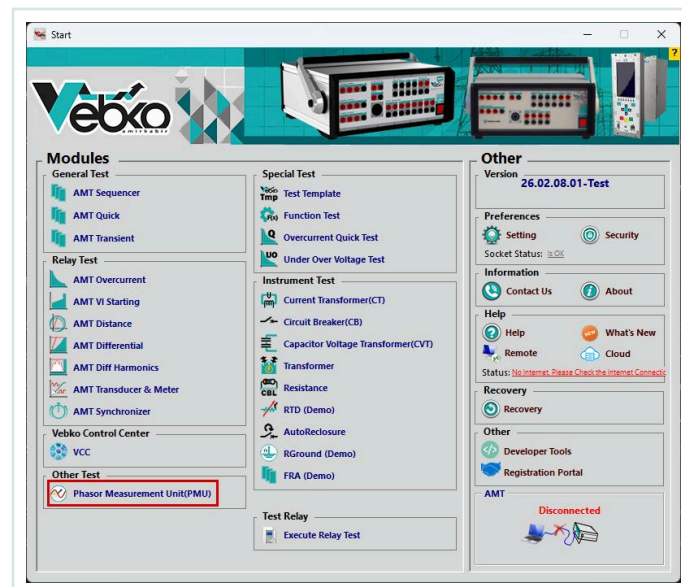
$$FE = f_{\text{measured}} - f_{\text{ref}}$$

$$RFE = (df/dt)_{\text{measured}} - (df/dt)_{\text{ref}}$$

تصویر 3

PMU ها همچنین می‌توانند برای اندازه‌گیری فرکانس در شبکه برق استفاده شوند. یک PMU تجاری معمولی می‌تواند اندازه‌گیری‌هایی را با وضوح زمانی بسیار بالا، تا 120 اندازه‌گیری در ثانیه گزارش کند. این به مهندسان در تجزیه و تحلیل رویدادهای پویا در شبکه کمک می‌کند که با اندازه‌گیری‌های SCADA سنتی که هر 2 یا 4 ثانیه یک اندازه‌گیری ایجاد می‌کنند امکان‌پذیر نیست. بنابراین، PMU ها، تاسیسات را به قابلیت‌های نظارت و کنترل پیشرفته مجهز می‌کنند و به عنوان یکی از مهم‌ترین دستگاه‌های اندازه‌گیری در آینده سیستم‌های قدرت محسوب می‌شوند. PMU می‌تواند یک دستگاه اختصاصی باشد، یا عملکرد PMU می‌تواند در یک رله محافظ یا دستگاه دیگر گنجانده شود.

برای انجام تست PMU ابتدا در صفحه استارت نرم افزار، بر روی روم (Phasor measurement Unit) PMU کلیک کرده، در صفحه باز شده همانطور که مشاهده می‌کنید 4 تست در 4 زبانه مختلف به نام های Steady State, Modulation, Frequency ramp, Step طراحی شده است.

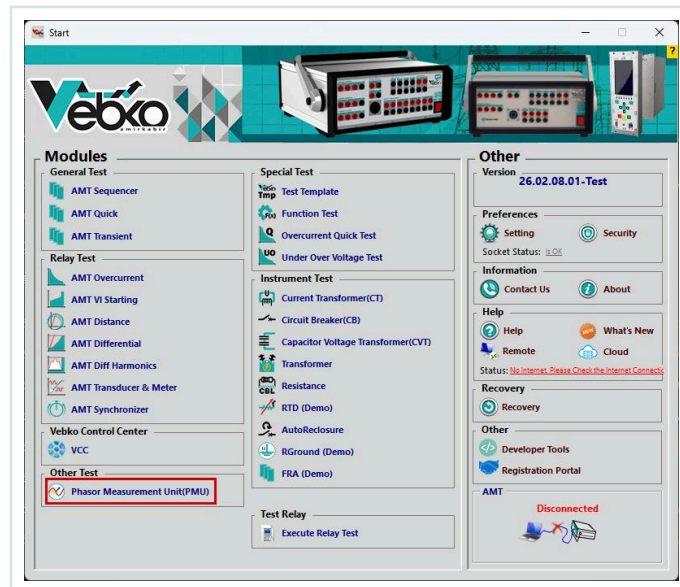


تصویر 4

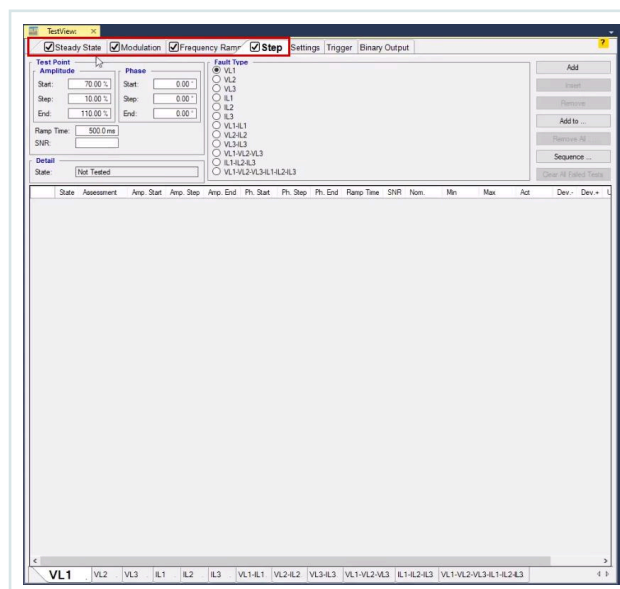


تصویر 5

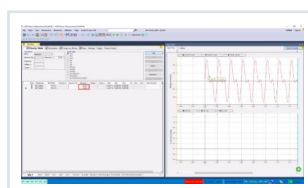
در زبانه Steady State حالت های مختلفی را می‌توانید مشاهده کنید. برای مثال در Mode، Fault Type VI1 دو نقطه با مشخصات هارمونیک 2 و 40 درصد و 70 درصد و زمان 0.2 ثانیه اضافه کرده و پس از انجام تست و مقایسه مقادیر نامی و اندازه گیری شده، تست Pass یا Fail خواهد شد.



تصویر 6

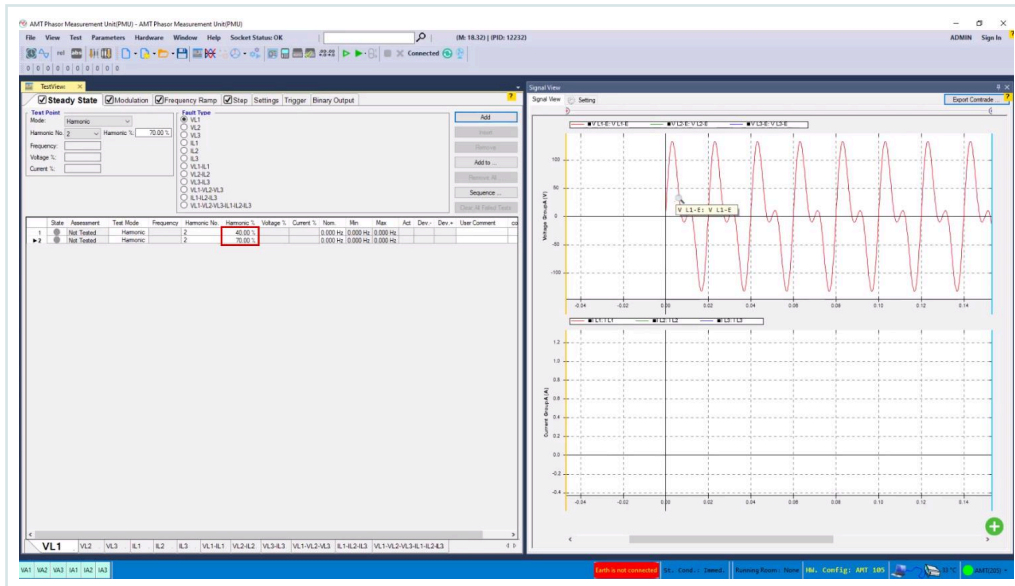


تصویر 7

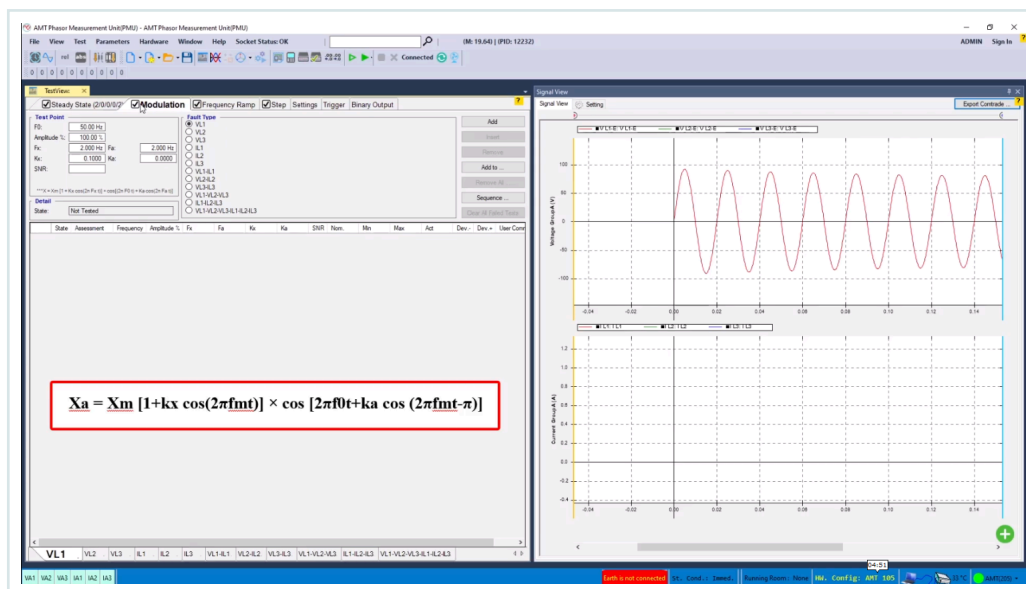


تصویر 8

زبانه Modulation شامل دو تست مدولاسیون دامنه و فاز است. طبق استاندارد هر بار یا مدولاسیون دامنه و یا مدولاسیون فاز اعمال میشود. مدل سیگنال در مدولاسیون به شکل زیر در نظر گرفته می شود:

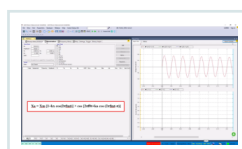


تصویر 9



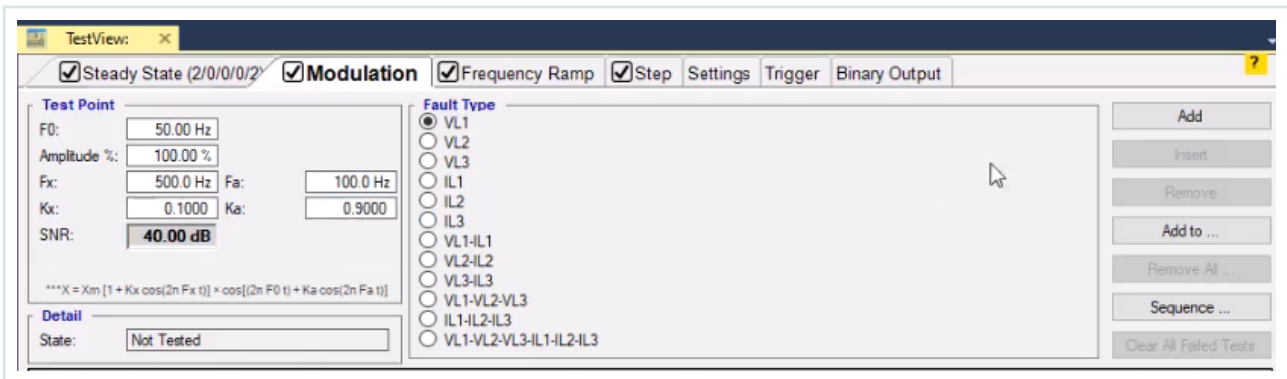
تصویر 10

$$X_a = X_m [1+k_x \cos(2\pi f_m t)] \times \cos [2\pi f_0 t + k_a \cos (2\pi f_m t - \pi)]$$



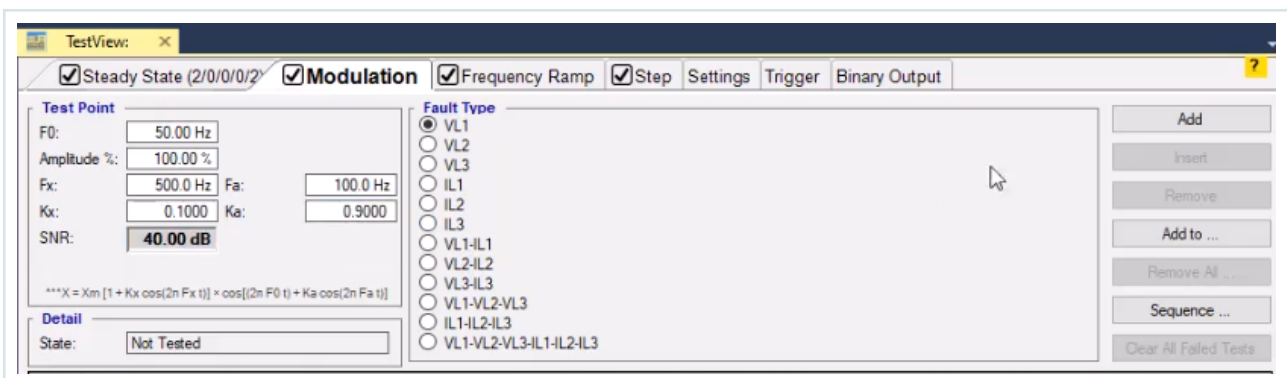
تصویر 11

برای انجام این تست هم ابتدا نقاط مد نظر اضافه شده، برای مثال یک نقطه با مشخصات $F_0=500\text{Hz}$ ، دامنه 100% و $K_x=0.1$ و $F_a=100\text{Hz}$ و $K_a=0.9$ و $\text{SNR}=40\text{dB}$ را اضافه کرده و پس از انجام تست و گرفتن فیدبک از PMU و مقایسه مقادیر نامی و اندازه گیری شده، تست Pass یا Fail خواهد شد.

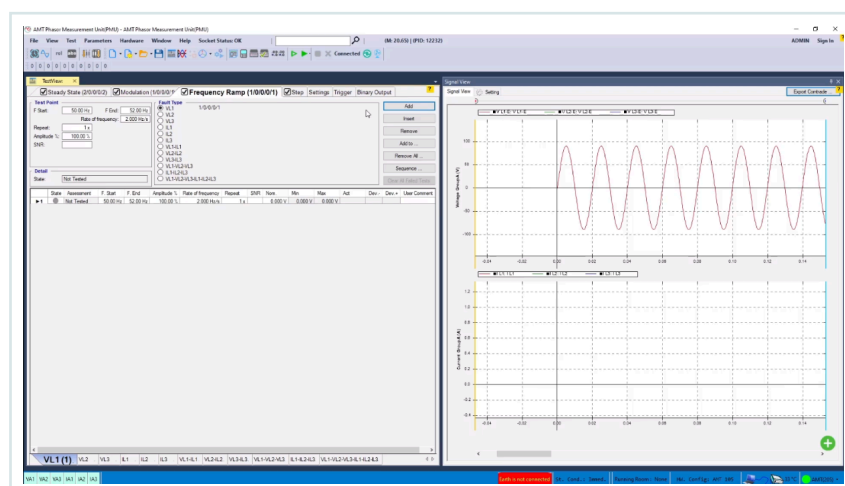


تصویر 12

دو تست دیگر را هم به همین روش پس از اضافه کردن نقاط مد نظر و اجرای تست و گرفتن فیدبک از PMU و مقایسه مقادیر نامی و اندازه گیری شده، تست Pass یا Fail خواهد شد.

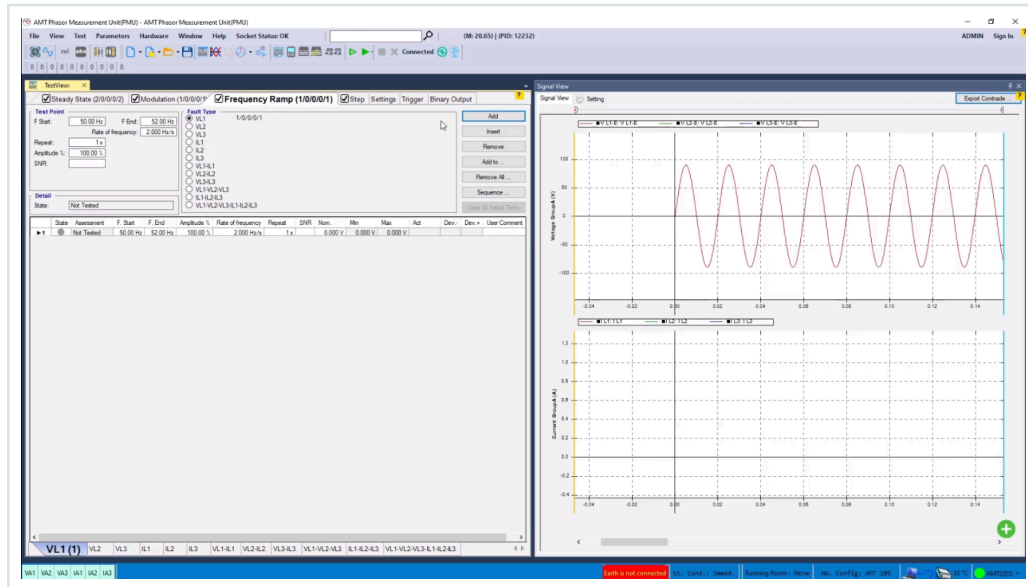


تصویر 13



تصویر 14

PMU_test[jg1]



تصویر 15