

PRUEBAS RECOMENDADAS AL CANAL DE COMUNICACIONES, EN EQUIPOS DE MISION CRÍTICA, USADOS PLANTAS DE ENERGIA.

1.0 OBJETIVO: Con la realización de esta procedimiento se pretende identificar **EL DESEMPEÑO EXISTENTE EN UNA PAREJA DE “DISPOSITIVOS ELECTRONICOS INTELEGENTES O DEI’s”.** **ASI MISMO, PROBAR EL MEDIO DE COMUNICACIÓN QUE LOS ENLAZA**

2.0 INTRODUCCIÓN: En cualquier tipo de planta de energía existen en forma integrada, diferentes DEI’s que encontramos en las áreas de Protecciones, Control, y Tele medición principalmente. Estos DEI’s ahora cuentan con capacidad de transmisión de información a alta velocidad y gran distancia, particularmente por la introducción en el mercado de tecnologías micro procesadas (como los relés multifuncionales con protocolos y funciones sofisticadas), y la disponibilidad de fibra óptica en los enlaces.

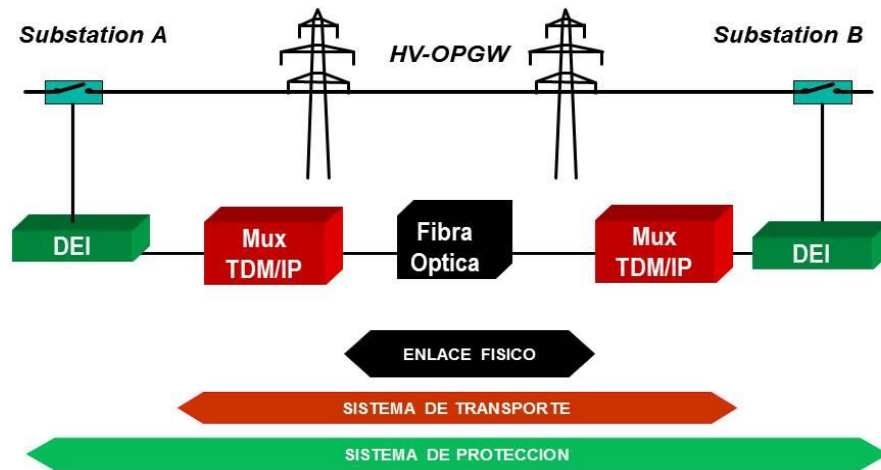
Estas características, permiten el Tele-control y la supervisión optima & confiable en las subestaciones eléctricas. Debido a los múltiples equipos involucrados y la complejidad de estos sistemas, se requieren pruebas específicas que permitan AISLAR con precisión y seguridad las fallas asociadas a los propios DEI’s, de las propias que pueden presentar los enlaces existentes de comunicación.

Este documento ejemplifica primordialmente la parte de **PRUEBAS APLICABLES A UN DEI Y A SU ENLACE DE COMUNICACIÓN**, que permitan a los ingenieros de mantenimiento discriminar con seguridad si la falla que presenta el DEI’s es el medio de comunicaciones, o el propio equipo.

3.0 JUSTIFICACIÓN DE LA PRUEBA: En OSS hemos observado durante al menos los últimos 10 años, que existen pocos criterios técnicos y normas aplicables para determinar que pruebas se deben realizar a un enlace de comunicación y saber, si este es confiable. La pregunta, que tiene el personal de mantenimiento, a la hora de tratar de identificar porque un DEI PIERDE COMUNICACIÓN (TOTAL O INTERMITENTE). Siempre es: LA FALLA ESTA EN EL DEI O EN EL MEDIO DE COMUNICACIÓN ? La siguiente grafica ilustra con precisión esta situación:

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 1
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

SISTEMA DE PROTECCION & COMUNICACION EN UNA SUBESTACION



Aquí se puede observar que existen al menos 3 zonas que debemos probar:

3.1 ENLACE FISICO: Como podemos observar la zona que primeramente debemos asegurar es la que comprende precisamente a LA FIBRA ÓPTICA. Esta fibra típicamente debe ser medida con un OTDR haciendo un “loop” con un conector apropiado en el extremo remoto, para poder ENVIAR/RECIBIR (Tx/Rx) un pulso óptico apropiado al tipo de fibra desde un extremo del enlace (Distribuidor Optico u ODF).



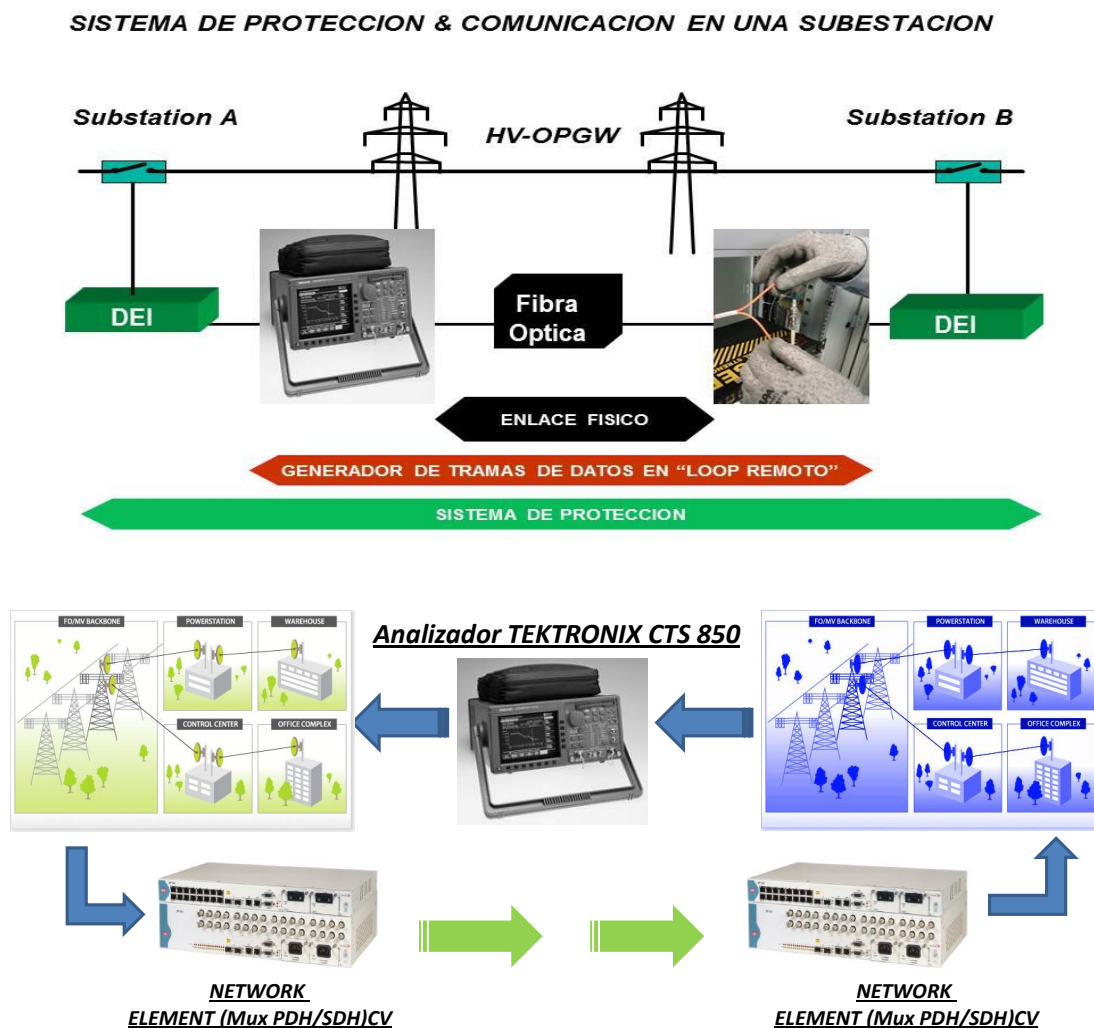
OTDR
EN SUBESTACION LOCAL

LOOP
A PUERTO DE FIBRA
ÓPTICA EN ODF DE SE
REMOTA



Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 2
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

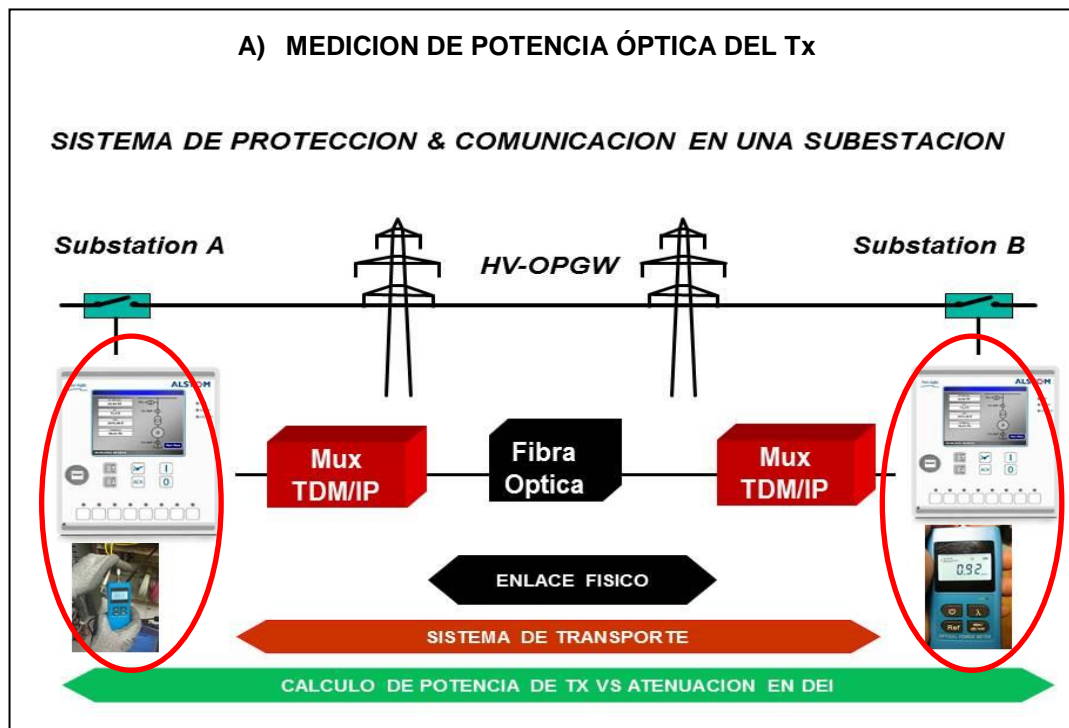
3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE: Cuando se tiene la seguridad que la zona 1 está dentro de la especificación aplicable para el tipo y longitud del enlace de fibra óptica. Podemos entonces, probar ahora la zona 2 con un equipo que sea capaz de GENERAR UNA SENAL DE DATOS EQUIVALENTE A LA SENAL QUE ESTARIA ENVIANDO UN DEI ESPECIFICO. Tal como podemos observar en la siguiente ilustración:



Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 3
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

3.3 SISTEMA DE PROTECCION: En la zona 3, hay 2 situaciones posibles:

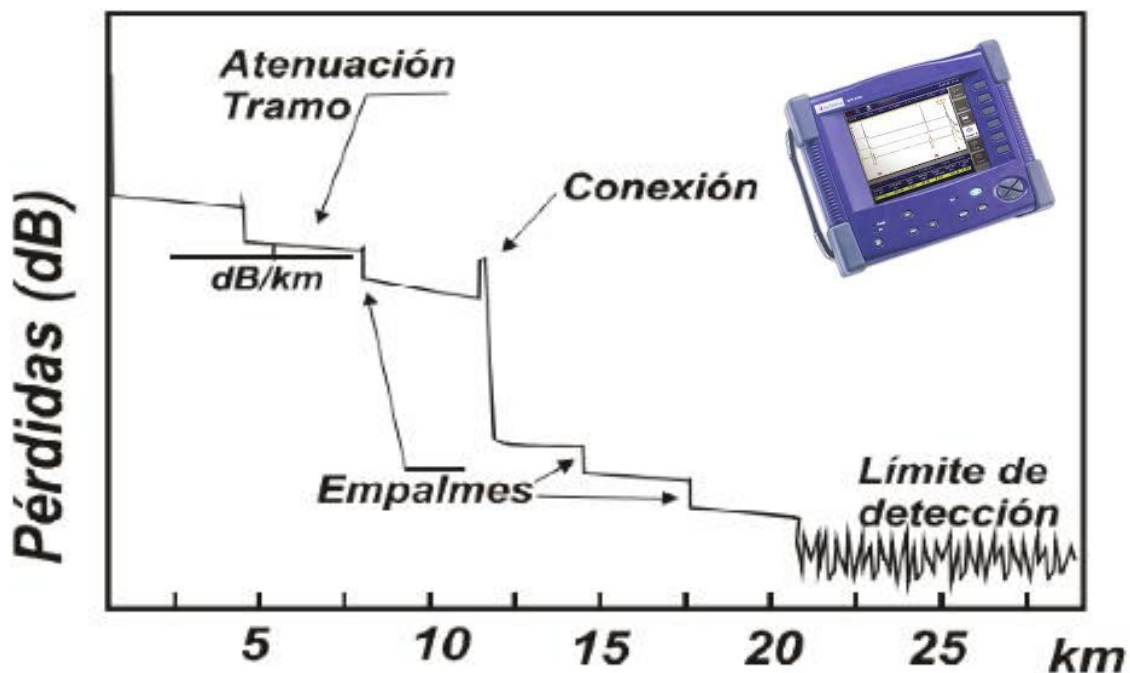
- A) Aquí encontramos al DEI y sin tener que conocer a detalle su operación solo mediremos LA POTENCIA DE SU TRANSMISOR OPTICO (SI ESTE DEI VIAJA DIRECTO A TRAVES DEL ODF).
- B) Si su señal es multiplexada, deberemos poner el equipo en “loop” (con su señal de sincronía local) y, en la mayoría de los casos, se considera como criterio de aceptación, QUE EL EQUIPO DESACTIVE LA ALARMA DE COMUNICACIÓN UNA VEZ QUE ESTA EN LOOP.



Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 4
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

4.0 INTERPRETACION DE RESULTADOS EN ZONA 1, 2 Y 3

4.1 Criterios de aceptación de pruebas en ZONA 1: La prueba con OTDR al canal de fibra óptica permite de manera GRAFICA observar muy detalladamente todos y cada uno de los diferentes tramos en el enlace completo. Entendemos que un tramo corresponde a un punto inicial y uno final que representara gráficamente la presencia de un EMPALME, CONECTORIZACION, ATENUACION, REFLECTANCIA, DISPERSION, ETC. La siguiente grafica de un OTDR, indica cada uno de estos eventos:



La grafica con OTDR ES LA MEJOR MANERA DE DETECTAR IRREGULARIDADES EN EL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA. Esto es fácilmente evidenciable porque visualmente se aprecian todos los eventos que presenta el enlace en cuestión y muy importantemente, a través de LA PENDIENTE en la gráfica se observara inmediatamente la ATENUACION PRESENTE.

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 5
--------------------------	--------------------------	---------------------	---------	--------------

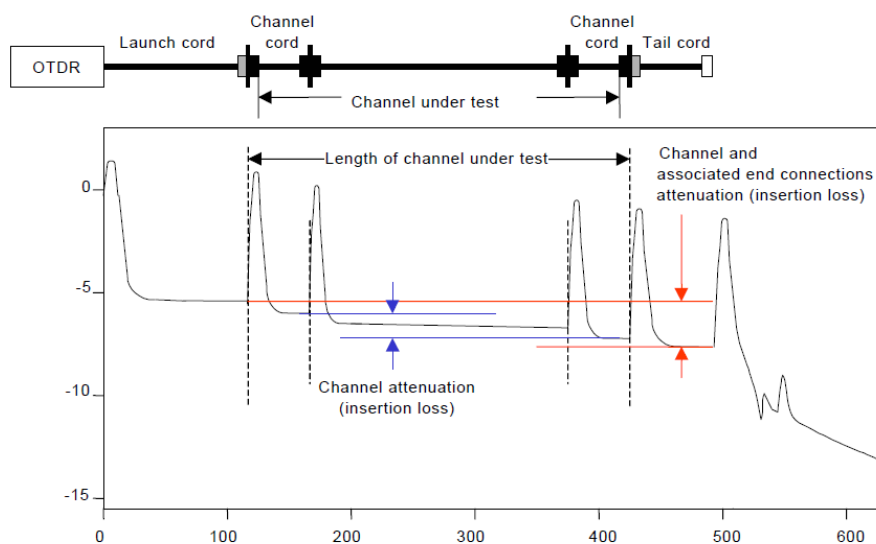
La atenuación en la fibra es inversamente proporcional a la propagación de la luz.
Si hiciéramos una analogía con el medio eléctrico podríamos interpretarla como:

- ATENUACION = RESISTENCIA
- TRAMA DE DATOS = CORRIENTE
- POTENCIA ÓPTICA = VOLTAJE

Estas equivalencias son muy relativas porque hay otros factores que por las limitaciones de este artículo, debemos obviar en este análisis que es puramente práctico y de referencia.

Así entonces, a mayor potencia del emisor óptico en el DEI, podemos alcanzar mayor distancia de transmisión siempre y cuando la atenuación se mantenga baja. Los cálculos de potencia vs atenuación en un enlace de fibra óptica deberán realizarse para saber si nuestro DEI es capaz de alcanzar a su pareja en el otro extremo del enlace de fibra óptica.

La especificación de referencia para realizar los cálculos apropiados de ATENUACION VS POTENCIA ÓPTICA es la ISO / IEC 14763-3. En el siguiente link se puede encontrar la forma de realizar las mediciones y su interpretación practica mediante las gráficas de referencia: <http://oss.mx/data/documents/ISO-IEC-14763-3-Test-OTDR-Partial-Spec.pdf>



Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 6
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

4.2 CRITERIOS DE ACEPTACION ZONA 2: La interpretación de los resultados obtenidos con EQUIPO DE GENERACION Y MEDICION DE TRAMAS, Tiene que ver específicamente con la capacidad de generación y medición del propio instrumento que emplearemos para tal propósito. De manera general podemos observar que existen 2 grandes grupos que abarcan casi la totalidad de señales emitidas por un DEI. Uno de ellos, es el mundo del TDM (Time Dividing Multiplexing). El otro, el de los paquetes IP (Internet Protocol). Aunque también, no debemos olvidar que algunos multimedidores o unidades terminales remotas, usan protocolos de comunicación abiertos como el DNP y/o MODBUS RTU.

Debido a que hasta hace unos pocos años el mundo IP no era confiable. La mayor parte de DEIs utilizaban casi exclusivamente señales via TDM o bajo algún protocolo como DNP o MODBUS. Todos estos formatos de transmisión de información tienen ventajas y desventajas. Así entonces, procederé a ejemplificar el criterio de aceptación de un equipo de prueba que es capaz de generar múltiples formatos en TDM (Ópticos y Eléctricos).

NOTA TECNICA: ESTE PROCEDIMIENTO ES **EXCLUSIVO DE DEI'S QUE MANEJEN EL FORMATO DE TRANSMISION "TDM"**. Las pruebas IP / DNP / MODBUS NO ESTAN CONSIDERADAS. Aunque, con el TDM se puede interpretar una prueba con equipo aplicable a esos protocolos.

Este equipo es el ANALIZADOR DE TRAMAS TDM TEKTRONICS CTS-850. A continuación detallaremos su aplicación práctica para EMULAR FORMATOS DE TRANSMISION equivalentes a los que genera un DEI.

4.2.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO CTS 850: Este analizador realiza diversas mediciones OPTICAS Y ELECTRICAS en modo PDH (64 – 140,000 kbps) y SDH (50 -620 Mbps). Como se puede apreciar este analizador TIENE UNA CAPACIDAD DE EMULACION DE CASI CUALQUIER SENAL QUE GENERE UN DEI EN TRANSMISION SINCRONICA (o sea de manera sincronizada con otro DEI en el extremo remoto).

Cabe resaltar que el analizador CTS-850 permite verificar el funcionamiento de toda la jerarquía de multiplexación de la señal recibida. (Utilizando la función AUTO SCAN.)

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 7
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

A continuación un resumen de las MODOS DE PRUEBA del analizador TEKTRONIX CTS – 850:

TEST SETUPS						
Test Control	Recall Instrument Settings	Recall Pass/Fail Tests	Save Instrument Setups	Save Pass/Fail Tests	Jitter Tests	
TRANSMIT						
Transmit Settings	64k Tx Settings	Defects & Anomalies	Pointers & Timing	Jitter & Wander	APS Commands	More 1 of 2
Transmit Settings	Section Overhead	Path Overhead	Trace Settings	Signal Labels	Overhead PRBS Test	More 2 of 2
RECEIVE						
Receive Settings	64k Rx Settings	Signal Status	Analysis Config	Jitter & Wander		More 1 of 2
Receive Settings	64k Rx Settings	Section Overhead	Path Overhead	RX CAS & Voice		More 2 of 2
RESULTS						
Test Summary	SDH Results	PDH Results	Jitter & Wander	Error Analysis	Perf Analysis	More 1 of 2
Test Summary	SDH Results	PDH Results	History Graphs	Save Results	Recall Results	More 2 of 2
UTILITY						
Misc. Settings	Printer Setup	Remote Control	Instr Config	Self Test	Jitter Cal	


ESTE EQUIPO PERMITE ENVIAR TRAMAS DE DATOS “PATRON” AL EXTREMO REMOTO Y, UNA VEZ DE REGRESO SE ANALIZAN LOS PARAMETROS DE COMUNICACION. Como ejemplo demostrativo, usaremos la especificación de un RELEVADOR DIFERENCIAL DE LINEA L90 DE GE:



***L90 Line Differential Relay:
G.703 Communications Specification***

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 8
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

Este relevador maneja los siguientes parámetros de ajuste durante una prueba a su canal de comunicaciones (para detalle completo de la prueba ir a: <http://store.gedigitalenergy.com/faq/Documents/L90/GET-8441.pdf>):

 **MUTLIN** *GE Power Management*

Title G.703 Specifications

L90 COMMUNICATIONS TEST

Purpose:
The purpose of this test is to verify the L90 Communication Specifications, for the G.703 Interface, with respect to; system end to end delay tolerance (balanced and asymmetrical), random error performance, phase re-lock for channel losses, and burst error performance.

Definitions:
Random Error Rate: Random Error Rate (RER) is defined in units of error per bit. These errors have the same distribution as errors caused by Gaussian noise. The RER is settable from 1×10^{-10} to 1×10^{-9} error/bit. Setting the RER is generally done to achieve one of two effects:

- The desired effect is an error occurring on the average, every n bits in the error stream. The solution is to set the RER to $1/n$ (or as near as it can be).

Example: We want on the average 20,000 bits between errors.
Set RER to $1/n = 1/20,000 = 5e^{-5}$.

- It is desired to have errors occur at random intervals with a mean of T seconds between errors. The solution is to set the RER to $1/(fT)$ where f is the data rate in bits/sec and T is the desired time between errors in sec/error.

Example: The data rate is 1.544×10^6 bits/sec.
We want errors to occur at approximately 3 millisecond intervals.
Set RER to $1/(fT) = 2.159 \times 10^{-4} \approx 2e^{-4}$.

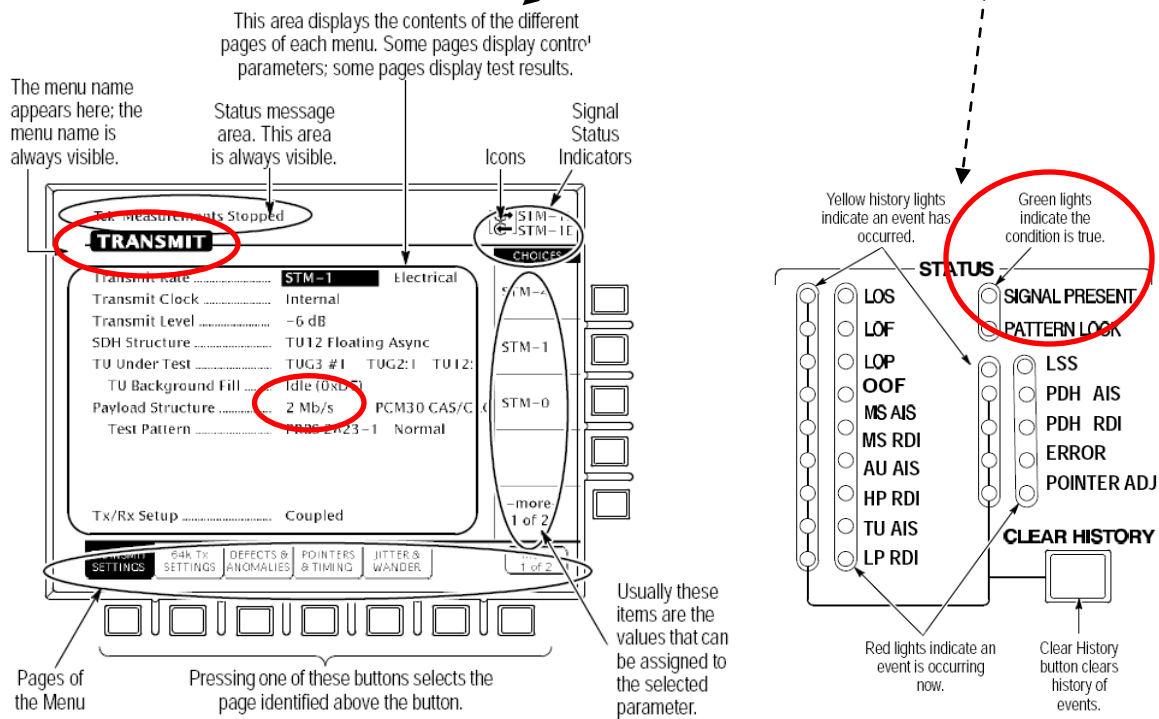
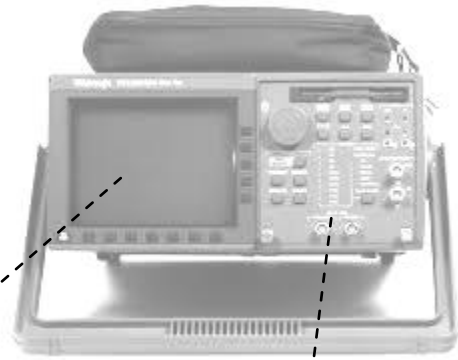
Burst Errors: The burst error feature offers the user more control over errors than random error features do. Burst error functions allow the user to:

- Achieve lower effective random error rates than by using the Random Error Rate parameter alone.
- Generate consecutive bit errors to test effectiveness of error-correction schemes.
- Generate errors at fixed time intervals to simulate periodic error sources.
- Manually trigger errors, singly or in bursts.

Los ajustes requeridos para reproducir estas condiciones de prueba con el CTS 850 se detallan a continuación:

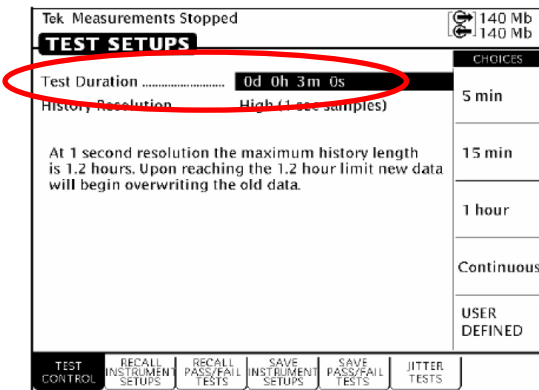
Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 9
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

Si observamos los requisitos generales de la prueba indicada en el L90. Podemos notar que requerimos emular una señal en formato G703 QUE TENGA UN INTERVALO MINIMO DE 20,000 BITS CORRECTOS SIN ERROR. Para ajustar estos parámetros en el CTS 850, seleccionamos en el menú del equipo un patrón de TRANSMISION G703 (2 Mb/s). Luego, nos aseguramos que los indicadores luminosos del equipo indiquen (en verde) "SIGNAL PRESENT". Así mismo, que desaparezca cualquier led en rojo y/o amarillo.

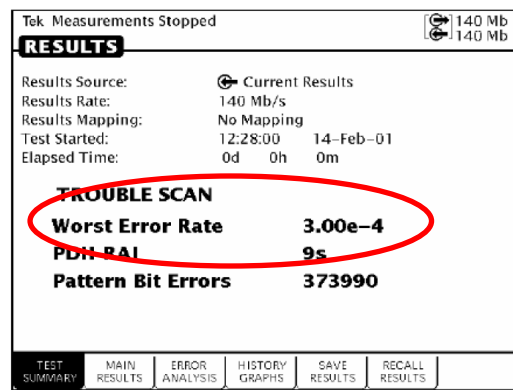


Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 10
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

Una vez hechos los ajustes, **PROCEDEMOS A SELECCIONAR LA DURACION DE LA PRUEBA (a), Y LA TASA MAXIMA PERMISIBLE DE ERRORES EN LA TRANSMISION (b)**

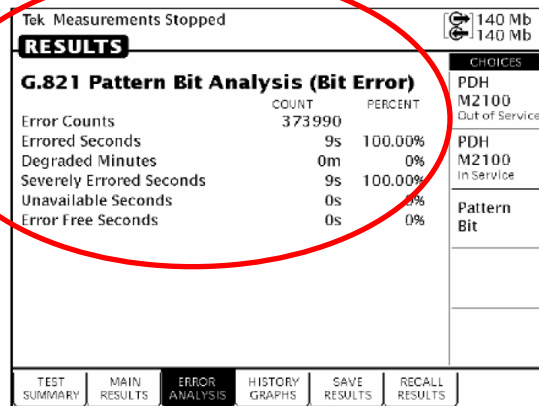


(a)

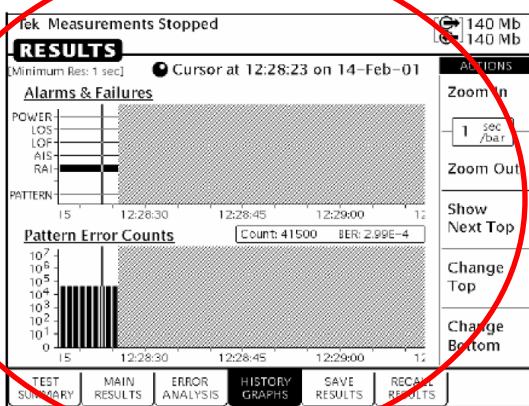


(b)

Para comenzar la prueba se pulsa **START** y una vez finalizada la prueba se analizan los resultados pulsando **RESULTS (c)**. Luego, **SE REVISAN LOS VALORES&HISTOGRAMAS OBTENIDOS**. Como se muestra a continuación:



(c)



(d)

Para una descripción detallada del funcionamiento del analizador CTS-850, ir a: <http://oss.mx/data/documents/OSS-P-008-Prueba-TEK-CTS850.pdf>

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 11
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

4.3 CRITERIOS DE ACEPTACION ZONA 3: Existen múltiples AJUSTES PARTICULARES A CADA DEI que determinan su correcta operación para entregar o recibir comunicación de sus equipos equivalentes en el extremo remoto. Las 2 pruebas que se recomienda aplicar aquí, solo permiten saber si la interfaz óptica del DEI en cuestión sigue TENIENDO LA POTENCIA SUFICIENTE PARA PASAR POR LA FIBRA Y LLEGAR AL EQUIPO REMOTO. La otra prueba, es representativa porque si bien el DEI AL PONERSE SU INTERFAZ DE COMUNICACIÓN EN “LOOP” PODRÍA LIMPIAR LA ALARMA, eso no necesariamente indica que estará “SINCRONIZADO” con su pareja en la estación remota.

En el ejemplo presentado a continuación podemos observar la utilidad de la prueba aquí recomendada. El equipo RAD 4E1



Table 1. Fiber Optic Interface Characteristics

Wavelength [nm]	Fiber Type [μm]	Transmitter Type	Typical Power Output [dBm]	Receiver Sensitivity [dBm]	Typical Max. Range		Connector Type
					[km]	[miles]	
850	62.5/125 multimode	Laser (VCSEL)	-7	-34	6	3.7	ST, SC, FC/PC
1310	9/125 single mode	Laser	-12	-34	47	29.2	ST, SC, FC/PC
1310	62.5/125 multimode	LED	-18	-32	7	4.3	ST, SC
1550	9/125 single mode	Laser	-12	-34	76	47.2	ST, SC, FC/PC
1310	9/125 single mode	Laser (long haul)	-2	-34	72	44.7	ST, SC, FC/PC
1550	9/125 single mode	Laser (long haul)	-2	-34	120	74.5	ST, SC, FC/PC
Tx: 1310 Rx 1550	9/125 single mode	Laser WDM (SF1)	-12	-34	47	29.2	SC
Tx: 1550 Rx 1310	9/125 single mode	Laser WDM (SF2)	-12	-34	47	29.2	SC
Tx/Rx: 1310	9/125 single mode	Laser (SF3)	-12	-27	20	12.4	SC/APC

Note: The ranges specified above were calculated according to the following typical attenuation rates (with a 3 dB margin):

- 3.5 dB/km for 850 nm multimode
- 0.4 dB/km for 1310 nm single mode
- 0.25 dB/km for 1550 nm single mode

Aquí se observa que: **EL TRANSMISOR DE LUZ DEL RAD EN LA SUBESTACION REMOTA, ESTA FUERA DE RANGO DE ACUERDO A LA ESPECIFICACION DEL FABRICANTE.** En estas condiciones ya no es ni siquiera necesario aplicar la prueba 2 (poner en loop el canal de comunicación). Porque sería inútil al no tener potencia suficiente para garantizar estabilidad en la señal de Tx del equipo colateral.

5. CONCLUSION: En este procedimiento se detalló brevemente la conveniencia de realizar estas pruebas a 3 zonas definidas de un sistema de comunicación & protección usando DEI's y Fibra Óptica como medio de enlace.

El objetivo que perseguimos y esperamos haber ilustrado es el DE APORTAR UN CRITERIO TECNICO EFECTIVO PARA DETERMINAR DONDE ESTA LA FALLA QUE PUDIERA PRESENTAR UN DEI COMUNICADO REMOTAMENTE MEDIANTE UN CANAL DE F.O.

Aclaremos que es responsabilidad del personal a cargo de los DEI's en una estación de trabajo, determinar que pruebas se deben aplicar y cuales se pueden descartar dependiendo de las características propias de cada dispositivo y el "performance" requerido por la aplicación.

Los ejemplos aquí descritos son meramente ilustrativos y requieren un análisis detallado del problema manifestado por el cliente y CUALQUIER APLICACIÓN DEBE ESTUDIARSE EN FORMA PARTICULAR.

Emisión: Dic 17, 2015	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 13
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------