Manual do usuário

TSW200E1 — Módulo C37.94

WiseFiber - Indústria de Telecomunicações

Versão: 1.0 (10/2026)

Sumário

Seção	Conteúdo
— Sobre a WiseFiber	A empresa por trás do equipamento
— O equipamento TSW200E1	Visão geral do analisador e o cenário de uso do módulo C37.94
1 – O que é o C37.94	A interface óptica, o quadro, o que o TSW200E1 faz com ela
2 – Interfaces ópticas e SFPs	Versões de interface C37.94 do equipamento e módulos SFP suportados
3 – Menu do módulo	Os três itens e como acessá-los
4 – TX/RX FRAMED	Telas de configuração, tela RUNNING, medidas e relatório
5 – MONITOR	Acompanhamento passivo de um enlace C37.94 já em operação
6 – ROUND-TRIP DELAY	Medida de atraso de ida e volta
7 – Impressão	Como salvar um resultado em memória e enviá-lo para impressão
8 – Perguntas frequentes	Yellow bit × Yellow alarm, SES, e outros pontos que geram dúvida

Sobre a WiseFiber

A WiseFiber é uma indústria do setor de tecnologia da informação, com capital 100% nacional — a única da América Latina que desenvolve e fabrica equipamentos para testes, medições e análises de telecomunicações, além de instalação e manutenção de linhas de comunicação de dados.

Localizada em Brasília, foi fundada em 1988 por dois engenheiros eletricistas e um matemático, que já trabalhavam há vários anos no desenvolvimento de equipamentos eletrônicos. Hoje possui uma ampla linha de produtos, com mais de 80% de market share no Brasil em seu segmento de atuação, permitindo o teste e a manutenção das várias tecnologias usadas nas redes de telecomunicações.

Fornece equipamentos para as principais concessionárias de telefonia do país e suas prestadoras de serviço, além de clientes em outros países da América Latina. Ao longo de sua história, a WiseFiber acumulou reconhecimentos como o Prêmio Nacional de Inovação e Mérito Industrial da Confederação Nacional da Indústria (CNI), Destaque SINFOR e 3º lugar no Prêmio Finep Inovação.

O equipamento TSW200E1



TSW200E1, versão PU

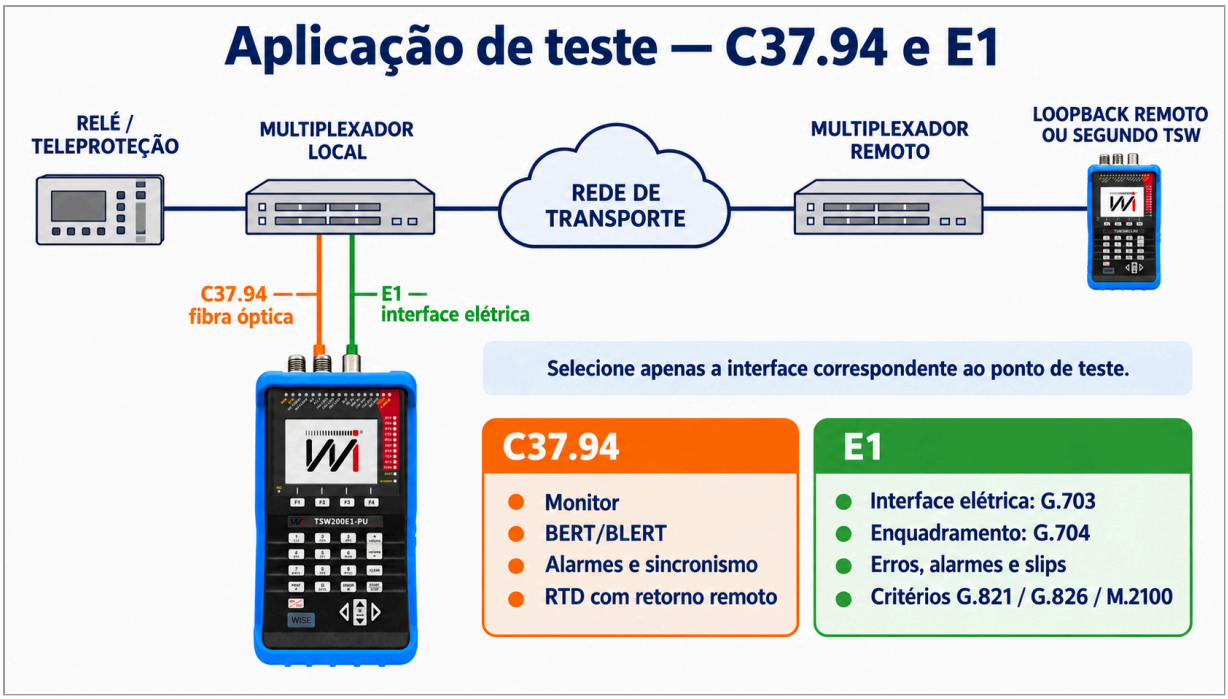
O TSW200E1 é um analisador de comunicação digital portátil, usado tanto no Brasil quanto em diversos outros países para instalação, homologação e manutenção de redes de telecomunicações. Opera com display gráfico e teclado dedicado, cobrindo testes com e sem estrutura de quadros numa grande variedade de equipamentos — modems, multiplexadores e circuitos digitais em geral.

Na versão **PU** tratada neste manual, o equipamento vem em sua configuração básica com os módulos **DATACOM**, **E1/G.704** e **C37.94**, permitindo testes em diferentes interfaces — entre eles o BERT/BLERT, tanto na condição de terminal de um enlace quanto em loop, já na própria interface óptica C37.94 descrita neste manual.

O cenário do módulo C37.94

Empresas do setor elétrico precisam monitorar suas linhas de transmissão de forma contínua, e essa monitoração segue protocolos e normas específicos — entre eles a norma **IEEE C37.94**, que estabelece a comunicação entre subestações usando uma interface óptica entre dispositivos de teleproteção e multiplexadores, muitas vezes de fabricantes diferentes conforme a subestação. Essa camada física é óptica,

e não metálica, justamente porque cabos metálicos estariam sujeitos à interferência eletromagnética gerada pela própria subestação.



O TSW200E1 inserido entre o relé de teleproteção e o multiplexador local, testando a interface C37.94 (fibra óptica) ou E1 (elétrica) conforme o ponto do enlace — a outra ponta fecha em loopback remoto ou em um segundo TSW200E1

O equipamento oferece três formas de teste sobre esse protocolo — **TX/RX FRAMED**, **MONITOR** e **ROUND-TRIP DELAY** — detalhadas nas seções seguintes deste manual, a partir da estrutura do próprio quadro C37.94.

1. O que é o C37.94

O IEEE C37.94 é uma interface óptica normalizada para equipamentos de teleproteção. Ela transporta de 1 a 12 canais de 64 kbit/s (identificados como N×64) sobre fibra óptica multimodo, ligando diretamente um relé de proteção a um multiplexador óptico ou equipamento similar, sem passar por um enlace E1 convencional em cobre.

O quadro C37.94 reserva os primeiros oito intervalos de tempo (timeslots 1 a 8) para um cabeçalho de controle, e os intervalos seguintes para a carga de dados — os canais de 64 kbit/s propriamente ditos. O valor de N usado pelo equipamento transmissor é anunciado nesse cabeçalho, de modo que o lado receptor sabe, sem configuração prévia, quantos canais estão chegando. Os intervalos de tempo não usados pela carga transportam o valor ocioso 0xAA. Internamente, o quadro é sempre estruturado como PCM31.

No TSW200E1, a saída e a entrada C37.94 são ópticas: o módulo se conecta à fibra diretamente, sem conversão elétrica externa. Internamente, o mesmo transceptor usado nos testes E1/G.704 opera com o codificador de linha CMI ligado, que é o código exigido pela norma para a interface óptica.

> **O TSW200E1 como analisador C37.94.** O equipamento pode operar como uma das duas pontas de um enlace C37.94, gerando e verificando um padrão de teste (TX/RX FRAMED), acompanhar passivamente um enlace já em operação entre outros dois equipamentos (MONITOR), ou medir o atraso de ida e volta do enlace (ROUND-TRIP DELAY). Os três modos são descritos nas seções seguintes.

1.1 O cabeçalho: quadros pares e ímpares

O quadro C37.94 se repete 8000 vezes por segundo (a cada 125 µs), a mesma cadência do E1. Os primeiros oito octetos do quadro formam o **cabeçalho**; os octetos seguintes carregam os canais de dados (a carga, descrita na seção anterior). Dentro do cabeçalho, o primeiro octeto tem um papel especial: seu conteúdo muda conforme o quadro é **par** ou **ímpar**, formando um par de palavras que se alternam quadro a quadro — o mesmo mecanismo de alinhamento de quadro usado pelo E1/G.704:

Quadro	Nome clássico (E1)	Função
Par	FAS (Frame Alignment Signal)	Padrão fixo de sincronismo (0011011, mais o bit internacional). É nele que o lado receptor se apoia para achar o início do quadro.
Ímpar	NFAS (Not-FAS)	Não participa do sincronismo. Carrega, no bit 5 do octeto, o bit usado pelo lado remoto para sinalizar alarme (o **Yellow bit**), além de bits de serviço.

O restante do cabeçalho (do segundo ao oitavo octeto) carrega informação própria do C37.94, que não existe no E1 comum. Em particular, o **terceiro octeto** anuncia o valor de **N** usado pelo transmissor — é assim que o lado receptor descobre quantos canais estão chegando sem precisar de configuração prévia. Para que esse valor sobreviva a um erro isolado de transmissão, cada bit de N é enviado acompanhado do seu complemento: o receptor só aceita a leitura se cada par bit/complemento estiver de fato invertido um em relação ao outro. Os demais octetos do cabeçalho são de serviço; o TSW200E1 não os usa na transmissão e os preenche com o mesmo código ocioso (0xAA) da carga não utilizada.

1.1.1 A tela HEADERS do MONITOR

O MONITOR convencional do equipamento (acessado por F4/DATA a partir da tela RUNNING — ver seção 5) tem uma tela que mostra o cabeçalho recebido bit a bit, quadro a quadro. Os campos correspondem diretamente ao que foi descrito acima:

Campo na tela	O que mostra
Header1	O último octeto FAS recebido (primeiro octeto do último quadro *par*). Em operação normal é sempre o mesmo padrão fixo de sincronismo.
Header2	O último octeto NFAS recebido (primeiro octeto do último quadro *ímpar*).
Yellow Bit	O bit 5 do octeto Header2 — uma leitura direta, sem filtro. Ver a distinção entre este bit e o **YELLOW ALARM** na seção 8.
Nx64 Rx	O valor de N decodificado do terceiro octeto do cabeçalho recebido. Mostra 0 quando três leituras seguidas vierem inválidas (par bit/complemento inconsistente) — sinal de que não há cabeçalho C37.94 válido chegando.

O TSW200E1 mantém Header1 e Header2 sempre disponíveis ao mesmo tempo: não é preciso escolher entre ver o quadro par ou o ímpar, a tela exibe os dois octetos lado a lado, cada um atualizado com o valor mais recente do seu tipo de quadro.

2. Interfaces ópticas e SFPs

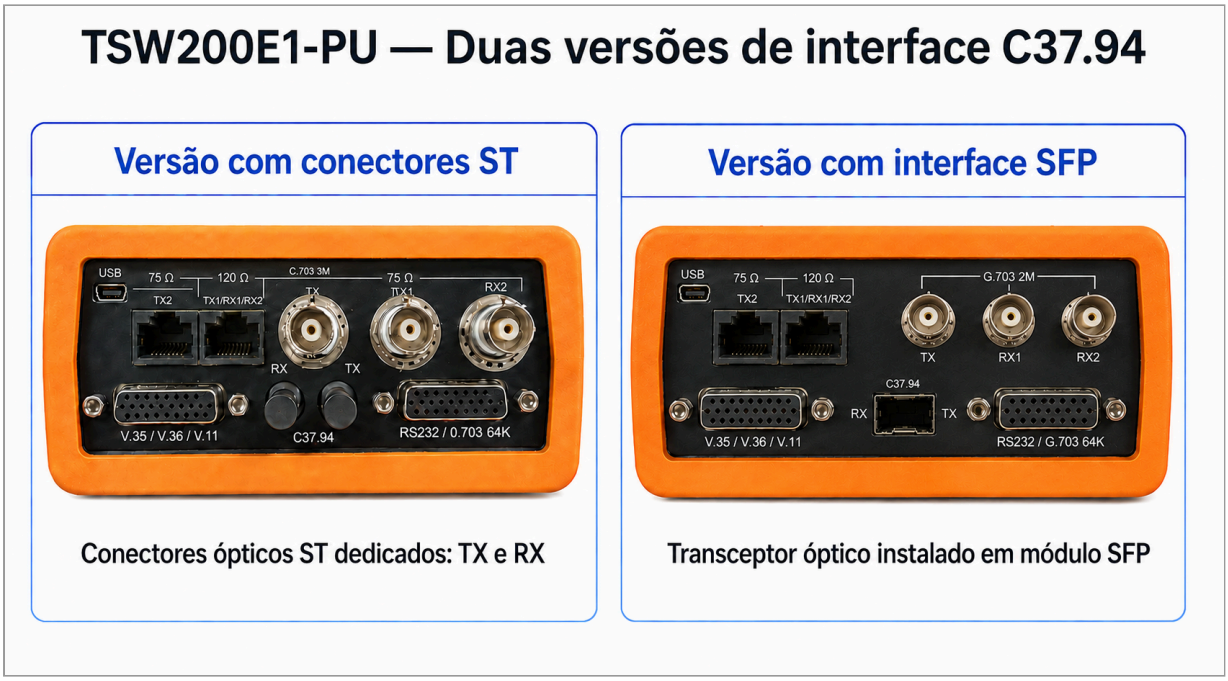
O TSW200E1-PU está disponível em duas configurações de interface óptica C37.94: uma com conectores **ST** dedicados para TX e RX, e outra com **módulo SFP** removível. As duas oferecem exatamente as mesmas funções de teste e análise descritas no restante deste manual — a diferença está apenas no tipo de conector óptico do equipamento.

2.1 Versão com conectores ST

Nesta versão o equipamento tem dois conectores ópticos ST dedicados, um de transmissão (TX) e outro de recepção (RX), no próprio painel traseiro. As fibras do enlace C37.94 são conectadas diretamente a eles, sem nenhum componente adicional. É a opção indicada para instalações que já usam conectores ST e não precisam trocar de transceptor óptico conforme o enlace.

2.2 Versão com módulo SFP

Nesta versão a conexão C37.94 é feita por um transceptor óptico SFP, com conector duplex LC, inserido no painel traseiro do equipamento. Como o módulo é removível, ele pode ser trocado conforme o tipo de fibra e a distância do enlace a testar, sem abrir o equipamento.



As duas versões de interface óptica C37.94 do TSW200E1-PU: conectores ST dedicados à esquerda, módulo SFP à direita

O TSW200E1-PU utiliza os seguintes módulos SFP Lasermate, desenvolvidos especificamente para aplicações IEEE C37.94:

Modelo	Fibra	Comprimento de onda	Alcance	Conector
CM85-2MF-3C-Tx-L	Multimodo (MMF)	850 nm	Até 2 km	Duplex LC
CS13-2MF-3C-Tx-L	Monomodo (SMF)	1310 nm	Até 20 km	Duplex LC

Ambos os modelos trabalham na taxa óptica C37.94 de aproximadamente 2,048 Mbit/s, transportando os canais de N×64 kbit/s descritos na seção 1. São alimentados em 3,3 V, no formato SFP com suporte a inserção a quente (hot-swap), e trazem detecção de sinal e monitoramento de diagnóstico compatível com o padrão SFF-8472. Há versões comerciais, especificadas para operação de 0 °C a 70 °C, e versões industriais, especificadas para −40 °C a 85 °C — a escolha depende das condições do local de instalação.

> **Não misturar fibra multimodo e monomodo no mesmo enlace.** O módulo multimodo de 850 nm e o monomodo de 1310 nm não são compatíveis entre si: as duas pontas do enlace C37.94 precisam usar o mesmo tipo de fibra e o mesmo comprimento de onda. Antes de instalar um SFP, confirme o código completo do módulo, o tipo de fibra, o comprimento de onda e o alcance necessário para o enlace.

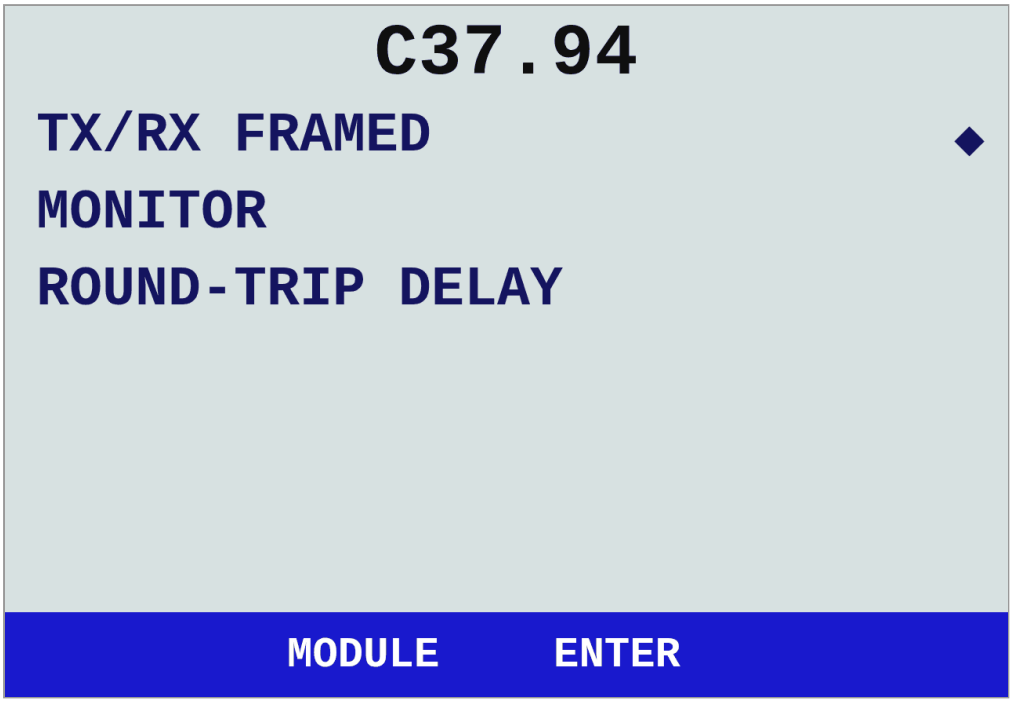
2.3 Conexão das fibras

Em qualquer uma das duas versões, o enlace C37.94 usa duas fibras ópticas independentes, uma para cada sentido de transmissão: a saída TX de uma ponta do enlace se conecta à entrada RX da outra ponta, e vice-versa. Antes de iniciar qualquer um dos testes descritos nas seções seguintes, confira a limpeza dos conectores ópticos, o encaixe correto das fibras e a compatibilidade entre as duas pontas do enlace (seção 2.2).

O produto laser dos dois módulos SFP é Classe 1, conforme a norma EN 60825-1 — a mesma classificação do aviso **LASER ON** que acompanha a interface óptica ligada em qualquer um dos modos do módulo (seção 4.3).

3. Menu do módulo

A partir da tela de seleção de módulos do equipamento, escolher **C37.94** abre o menu do módulo, com os três itens que organizam todo o capítulo seguinte deste manual:



Menu do módulo C37.94

Item	Leva a
TX/RX FRAMED	Teste BERT completo: o TSW200E1 transmite um padrão de teste e mede o que recebe. Abre a primeira das três telas de configuração (seção 4).
MONITOR	Acompanha passivamente um enlace C37.94 já em operação entre outros dois equipamentos: a transmissão do TSW200E1 é neutralizada e só a recepção é medida (seção 5).
ROUND-TRIP DELAY	Medida de atraso de ida e volta. Abre direto numa tela PRESS START, sem nenhum campo de configuração prévia (seção 6).

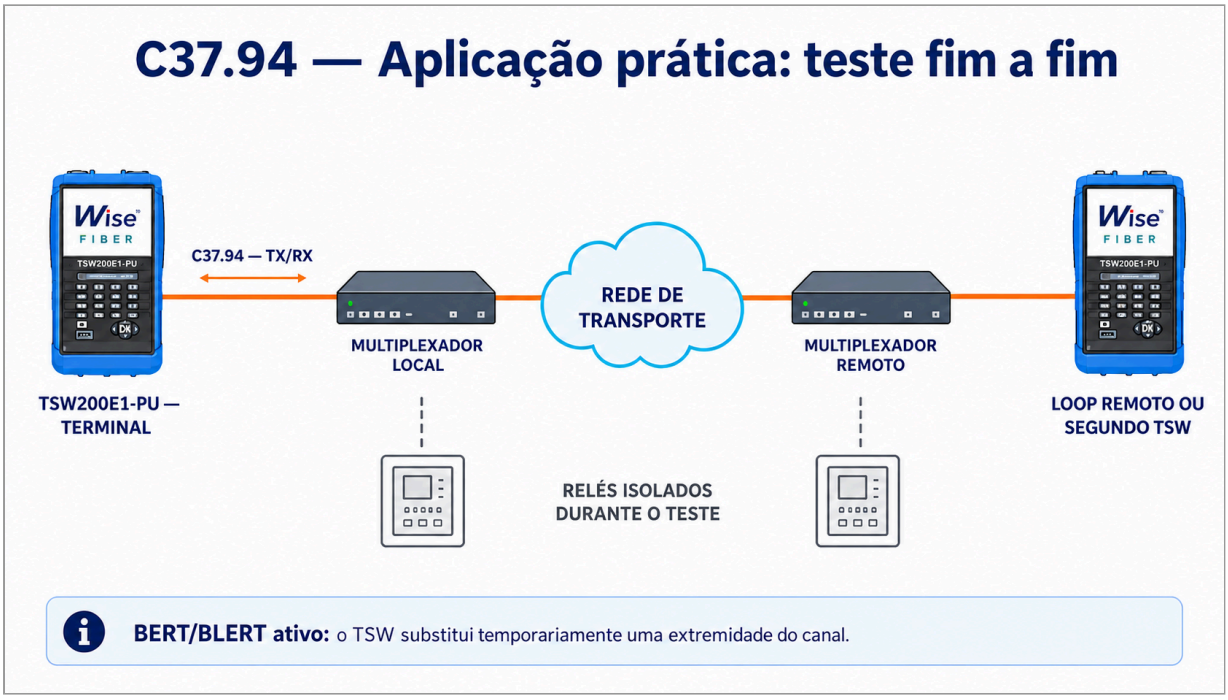
A navegação é pelas setas para cima e para baixo, que movem o cursor entre os três itens e dão a volta ao passar do último para o primeiro (e vice-versa). **ENTER** abre o item selecionado. **F2/MODULE** sai do módulo C37.94 e volta à tela geral de seleção de módulos do equipamento — de onde se escolhe também E1/G.704, THROUGH, MUX/DEMUX etc. A mesma tecla, dentro de qualquer uma das telas de configuração ou da tela PRESS START, tem um alcance menor: volta só até este menu do módulo, não até a seleção geral.

4. TX/RX FRAMED

TX/RX FRAMED é o teste completo de BER (*bit error rate*) do módulo C37.94: o TSW200E1 transmite um padrão de bits conhecido pela interface óptica e, ao mesmo tempo, compara o que chega na recepção com esse mesmo padrão, contando os bits que vierem errados. É o mesmo princípio dos testes TX/RX do E1, só que rodando sobre a interface óptica descrita na seção 1.

4.1 Um teste de campo: um enlace real

O uso típico deste modo é com **dois TSW200E1**, um em cada ponta do enlace C37.94 em teste — o mesmo caminho óptico que, em operação normal, liga um relé de proteção a um multiplexador (ou outro relé), passando pela fibra e por qualquer equipamento óptico intermediário do trajeto. Os dois equipamentos são configurados com **TX/RX FRAMED**, com o mesmo Pattern e o mesmo Nx64K; ao dar START nos dois, cada ponta transmite o padrão pela sua saída óptica e compara, na própria recepção, o que chega vindo do outro lado. Não é preciso looping nenhum: o enlace real fecha o circuito, e qualquer problema no caminho óptico inteiro — não só do equipamento, mas de fibra, conectores, emendas e equipamentos intermediários — aparece como erro em um dos dois TSW200E1, ou nos dois.



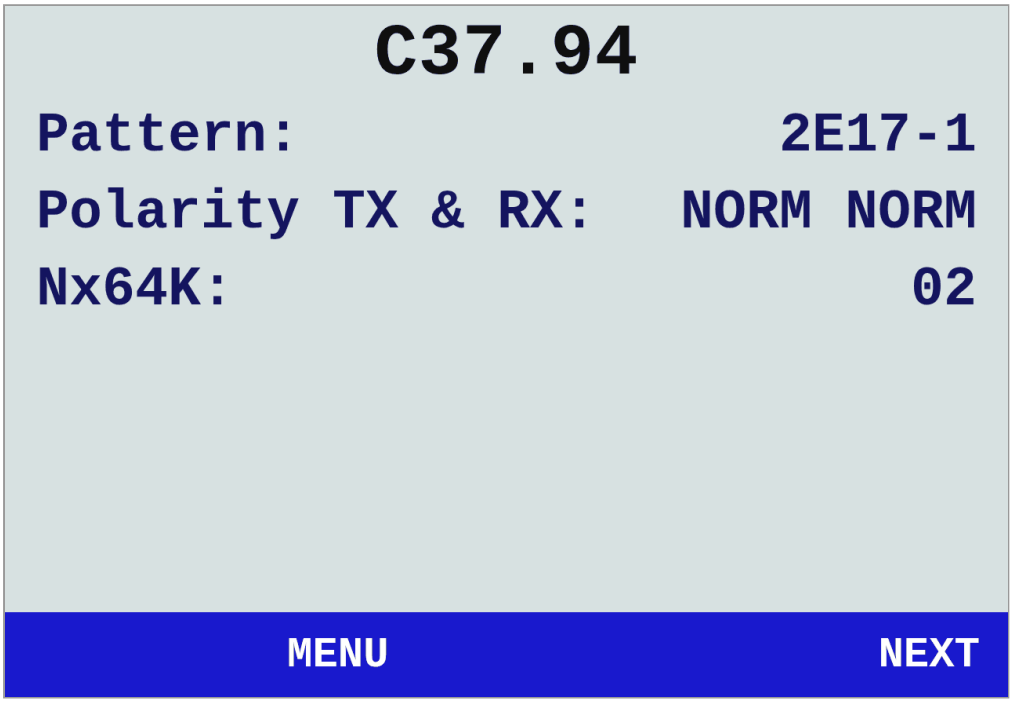
Teste fim a fim com dois TSW200E1 em TX/RX FRAMED, ligados pela interface C37.94 através dos multiplexadores locais e da rede de transporte — os relés de proteção ficam isolados durante o teste

Também é possível fazer esse mesmo teste com um único TSW200E1, deixando a ponta remota do enlace em **loopback** — ou o **Loopback REMOTE** de um segundo TSW200E1 (seção 4.2.3), ou o loopback de teste do próprio relé de proteção/multiplexador real, se já estiver instalado na ponta remota (o mesmo recurso usado na seção 6.1 para o Round-Trip Delay). Nesse caso o campo **Loopback** deste equipamento continua em **NONE**: é a ponta remota que fecha o laço, não este TSW200E1. O padrão transmitido percorre o enlace real inteiro, volta pelo loopback remoto, e é comparado na recepção do mesmo equipamento que o gerou — o teste cobre a mesma fibra, conectores e emendas do teste com dois equipamentos, só que sem distinguir qual sentido do par de fibras (transmissão ou recepção) carrega um eventual defeito, já que os dois percursos se somam num único resultado.

A partir do menu do módulo (seção 3), **TX/RX FRAMED** abre a primeira de três telas de configuração, percorridas com **F4/NEXT** e revisitadas com **F1/BACK**. Os valores mostrados abaixo são os de um teste com dois equipamentos; com um único TSW200E1 e loopback remoto, os mesmos campos se aplicam, só que sem uma segunda ponta para combinar Pattern e Nx64K — é o próprio equipamento comparando, na recepção, o padrão que ele mesmo transmitiu.

4.2 Configuração

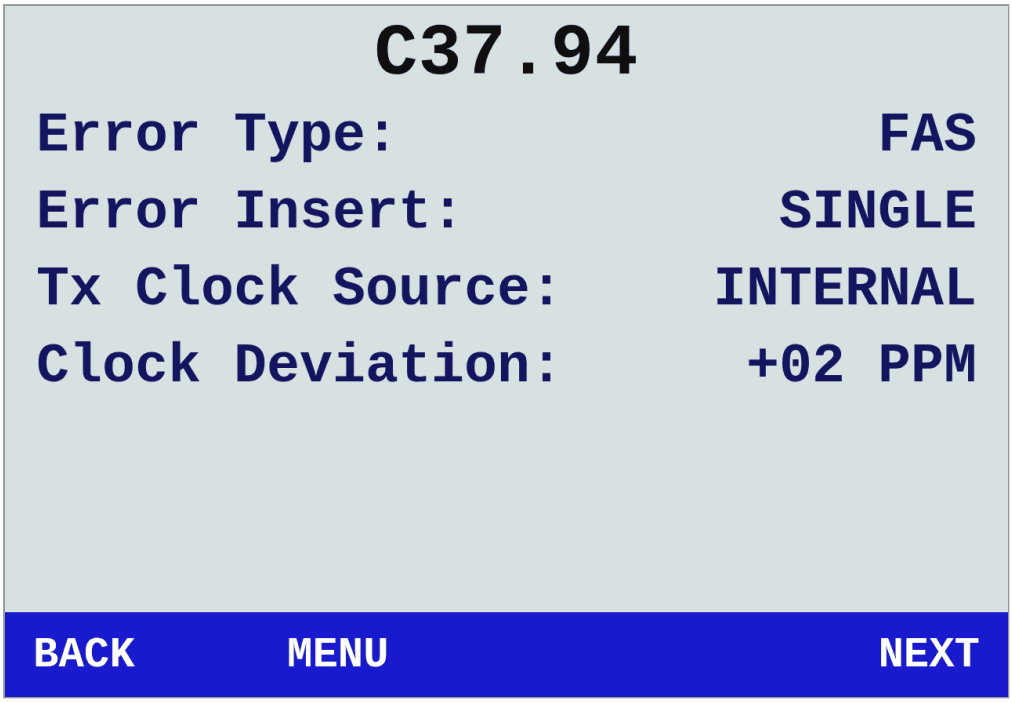
4.2.1 Tela 1 — Pattern, Polarity, Nx64K



Tela 1 do TX/RX FRAMED

Campo	Neste teste	O que é
Pattern	2E17-1	O padrão pseudoaleatório transmitido e comparado na recepção. O equipamento oferece vários padrões da família O.150/O.151 (2^{15}-1, 2^{17}-1, 2^{20}-1, 2^{23}-1 etc.), além de USER (padrão definido pelo operador) e AUTO. Quando o padrão é USER ou AUTO, o campo Polarity some da tela.
Polarity TX & RX	NORM NORM	Inverte, independentemente, o sentido lógico do padrão transmitido e do padrão esperado na recepção. As quatro combinações (NORM/NORM, INV/INV, INV/NORM, NORM/INV) ficam num único campo. Para este teste, sem motivo para inverter nada, fica em NORM NORM.
Nx64K	02	O valor de **N** que o TSW200E1 vai transmitir e anunciar no cabeçalho do quadro (seção 1.1) — de 1 a 12 canais de 64 kbit/s. O N recebido do outro lado (seção 1.1.1) deve coincidir com o N configurado nesta ponta — se não coincidir, alguma das duas pontas foi configurada errado.

4.2.2 Tela 2 — Error Type, Error Insert, Tx Clock Source



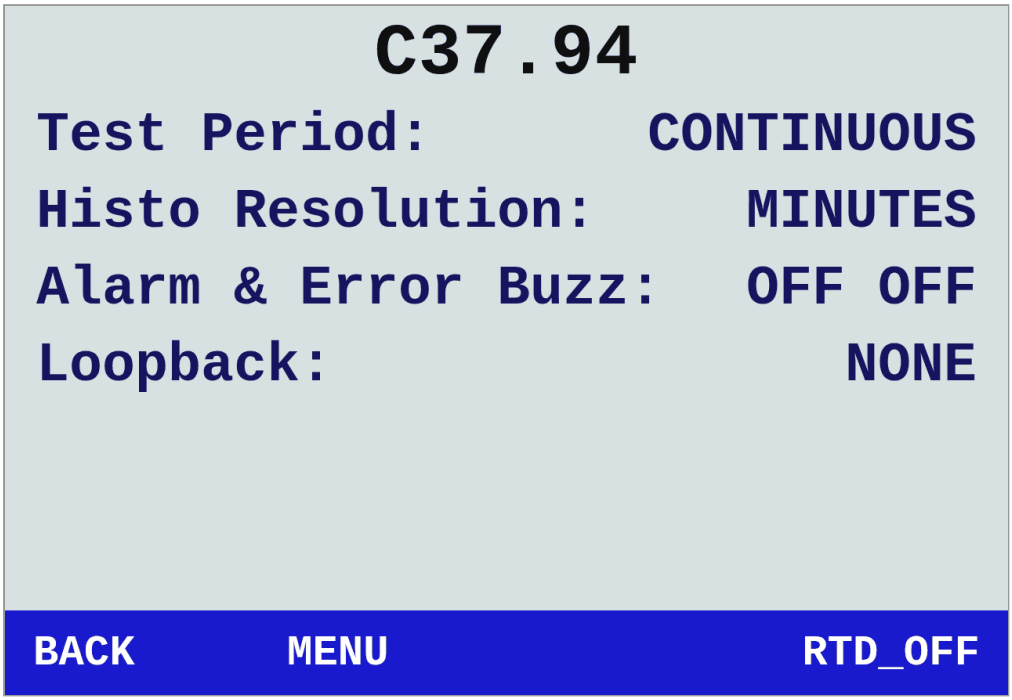
Tela 2 do TX/RX FRAMED

Campo	Neste teste	O que é
Error Type	FAS	O tipo de erro que a tecla de inserção manual (na tela RUNNING) vai gerar: BIT (um bit do padrão) ou FAS (uma violação do alinhamento de quadro, o octeto par descrito na seção 1.1). Não há opção CRC no C37.94, porque o módulo força PCM31 sem CRC4.
Error Insert	SINGLE	Com que frequência o erro escolhido acima é inserido: SINGLE insere exatamente um erro a cada vez que a tecla é pressionada na tela RUNNING — útil para confirmar, de propósito, que um erro inserido numa ponta é de fato contado na outra, antes de confiar no restante do teste. As demais opções (10E-1 a 10E-7) inserem erros automaticamente numa taxa fixa; com Error Type em FAS, as taxas 10E-1, 10E-2, 10E-6 e 10E-7 não ficam disponíveis.
Tx Clock Source	INTERNAL	A referência de relógio da transmissão: INTERNAL (oscilador próprio do equipamento) ou FROM RX (recuperado do sinal óptico recebido pela interface). Não há opção EXTERNAL no C37.94. Com dois TSW200E1 independentes, um em cada ponta, o normal é deixar INTERNAL nos dois: cada um usa seu próprio oscilador, sem depender de uma referência de rede comum. FROM RX existe para quando se quer que esta ponta trave seu clock de transmissão no sinal recebido do outro lado — por exemplo, para reproduzir como o relé ou multiplexador real se comportaria.

> Por que INTERNAL nos dois lados pode gerar SLIP. Com os dois TSW200E1 cada um no seu próprio oscilador, não existe nenhum ponto do equipamento ajustando um clock pelo outro — a diferença entre os dois, por menor que seja, se acumula com o tempo. Quando essa diferença acumulada passa do que o equipamento consegue

absorver, ele refaz a sincronia da comparação de padrão, e esse evento é contado como um SLIP (seção 4.4.1). É exatamente esse tipo de divergência de clock, mesmo pequena, que o SLIP existe para detectar.

4.2.3 Tela 3 — Test Period, Histo Resolution, Alarm & Error Buzz, Loopback



Tela 3 do TX/RX FRAMED — é dela que se dá START

Campo	Neste teste	O que é
Test Period	CONTINUOUS	Por quanto tempo o teste roda antes de parar sozinho. CONTINUOUS roda até o operador dar STOP; as demais opções param automaticamente após o período escolhido.
Histo Resolution	MINUTES	O tamanho do intervalo de tempo de cada barra dos histogramas (assunto de uma seção futura deste manual).
Alarm & Error Buzz	OFF OFF	Dois avisos sonoros independentes, um para alarme e um para erro inserido/detectado.
Loopback	NONE	O loopback interno do equipamento: NONE (nenhum, o normal para este teste de duas pontas), LOCAL (liga internamente o que seria transmitido diretamente ao receptor, sem passar pela óptica — útil para validar só o equipamento, sem o enlace) ou REMOTE (devolve pela saída óptica o que chega na entrada, para a outra ponta medir o próprio round-trip — ver seção 6). Com NONE, cada ponta transmite o seu próprio padrão e recebe de fato o que vem da outra — é o que caracteriza um teste de enlace real.

O que o REMOTE realmente devolve. O REMOTE devolve exatamente o dado que o equipamento acabou de receber, sem reconstruí-lo antes de retransmitir. Ou seja, um bit que chegou errado na recepção volta errado do mesmo jeito, em vez de ser "corrigido" no caminho — só a qualidade elétrica do sinal é refeita, não o conteúdo. O laço acontece antes de qualquer separação entre cabeçalho e dado útil: é o quadro inteiro, cabeçalho incluído,

que volta pela óptica, não só os dados extraídos dele. É por isso que o REMOTE serve tanto para testes de BER quanto para o Round-Trip Delay (seção 6.1).

A tecla RTD_ON/RTD_OFF. No canto onde as outras telas mostram NEXT, esta mostra **RTD_OFF** (ou RTD_ON, se já estiver ligada). Não navega para outra tela: alterna se o **START**, dado a partir desta mesma tela, vai rodar o TX/RX Framed configurado acima (RTD_OFF, o padrão) ou pular direto para o ROUND-TRIP DELAY (RTD_ON) — um atalho para não precisar voltar ao menu do módulo e escolher o terceiro item. O rótulo mostra o estado atual: RTD_OFF significa que o próximo START roda o teste normal.

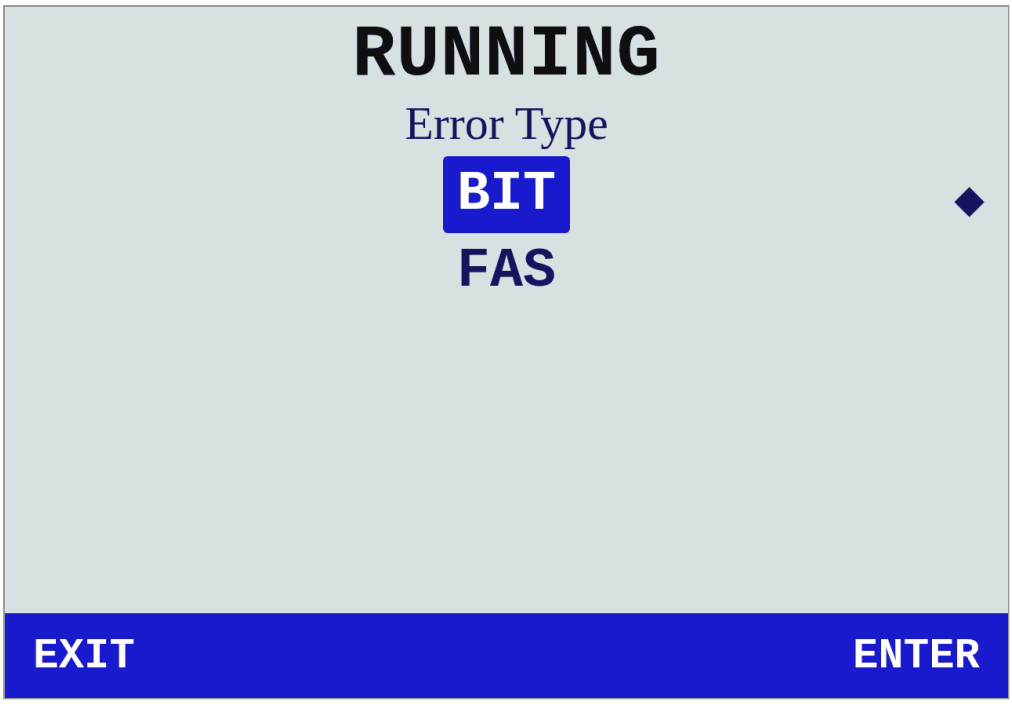
Com os campos acima ajustados, **START** inicia o teste e leva à tela RUNNING, descrita a seguir com o teste já rodando entre duas pontas.

4.3 A tela RUNNING



Tela OK, teste rodando

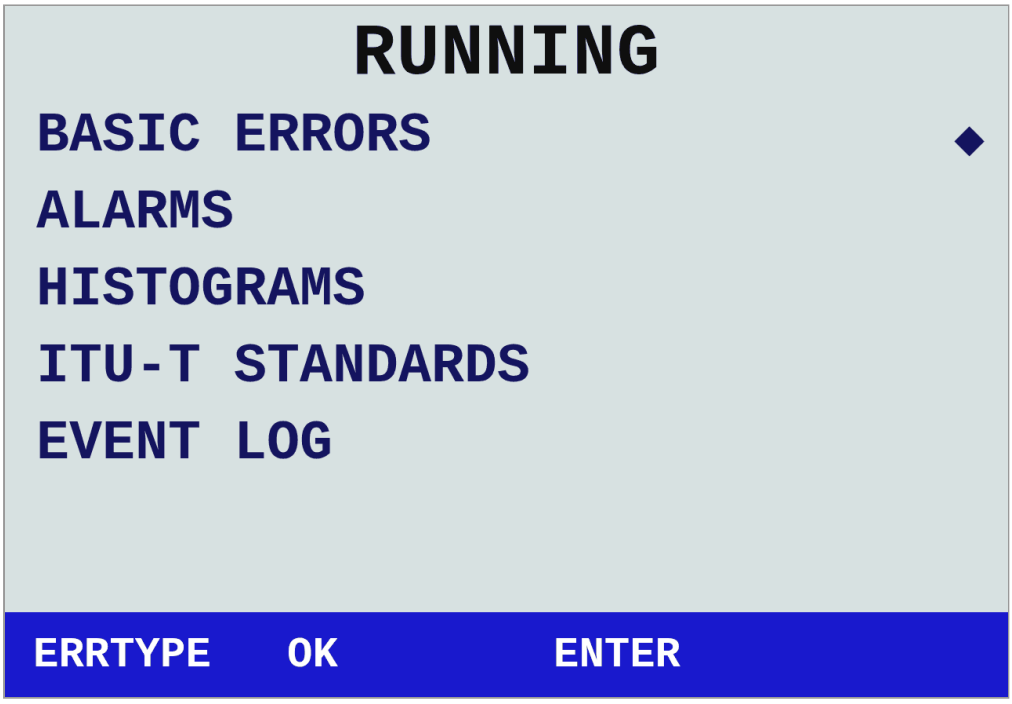
É a tela principal do teste. O título mostra **RUNNING** e a taxa transmitida (128 Kbps = N×64 com N=2, neste exemplo); **OK** em verde indica que não há alarme nem erro no momento; abaixo, o tempo decorrido de teste (HHHH:MM:SS). O aviso ***LASER ON**** pisca permanentemente no rodapé sempre que a interface óptica está ligada — é advertência de segurança (não olhar para o conector de transmissão), não um aviso de erro. As teclas disponíveis aqui são **F1/ERRTYPE** e **F2/MENU**.



F1/ERRTYPE: troca o tipo de erro sem parar o teste

ERRTYPE abre este atalho para mudar BIT/FAS (o mesmo campo Error Type da Tela 2, seção 4.2.2) sem precisar parar o teste. A inserção manual em si é feita por uma tecla física dedicada do teclado (não uma das F1-F4), que soma no contador **INJEC.ERR.** da tela BASIC ERRORS (seção 4.4.1) a cada vez que é pressionada.

4.4 Menu de resultados



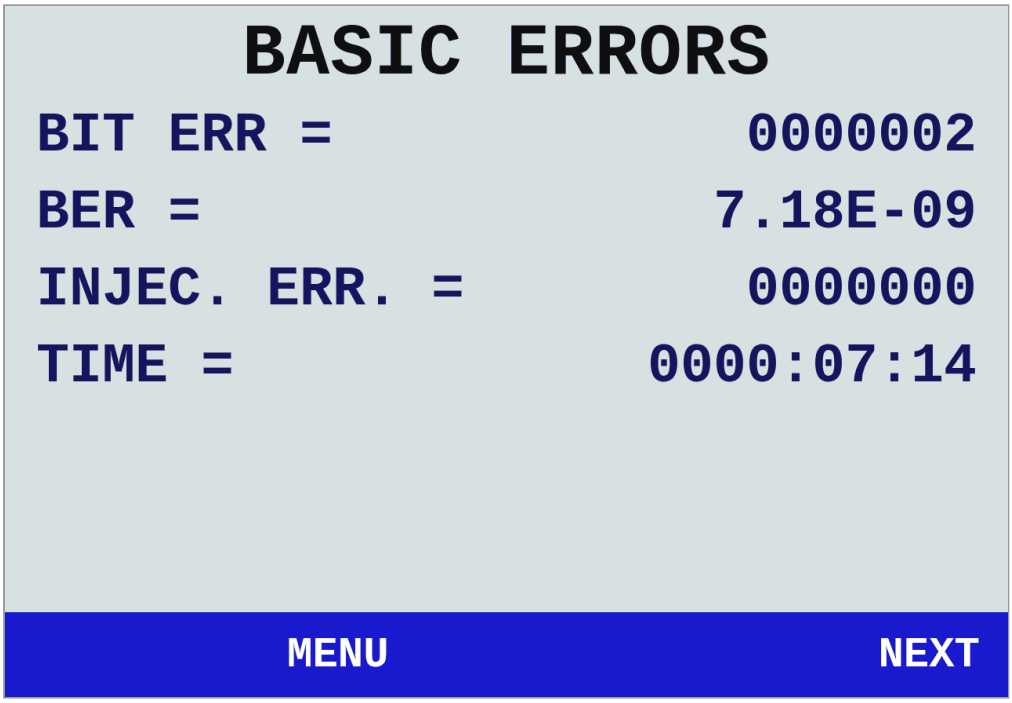
F2/MENU a partir da tela OK

Item	Conteúdo

BASIC ERRORS	Contadores brutos de erro: bit, bloco, slip e perda de padrão, além dos erros de linha (seção 4.4.1).
ALARMS	Contadores de quanto tempo cada alarme ficou ativo (seção 4.4.2).
HISTOGRAMS	Os mesmos eventos de BASIC ERRORS e ALARMS, distribuídos no tempo (seção 4.5).
ITU-T STANDARDS	As mesmas medidas reprocessadas segundo os critérios das recomendações G.821, G.826 e M.2100 (seção 4.6).
EVENT LOG	Lista cronológica dos eventos de alarme e erro, com data e hora (seção 4.7).

A navegação é sempre a mesma nas telas de resultado: **F4/NEXT** percorre uma cadeia de telas do mesmo item (o **F1/BACK** some na primeira da cadeia e o NEXT some na última); **F2** volta um nível (ao menu de resultados, ou deste menu de volta à tela OK); **F3/ENTER** abre o item selecionado.

4.4.1 BASIC ERRORS



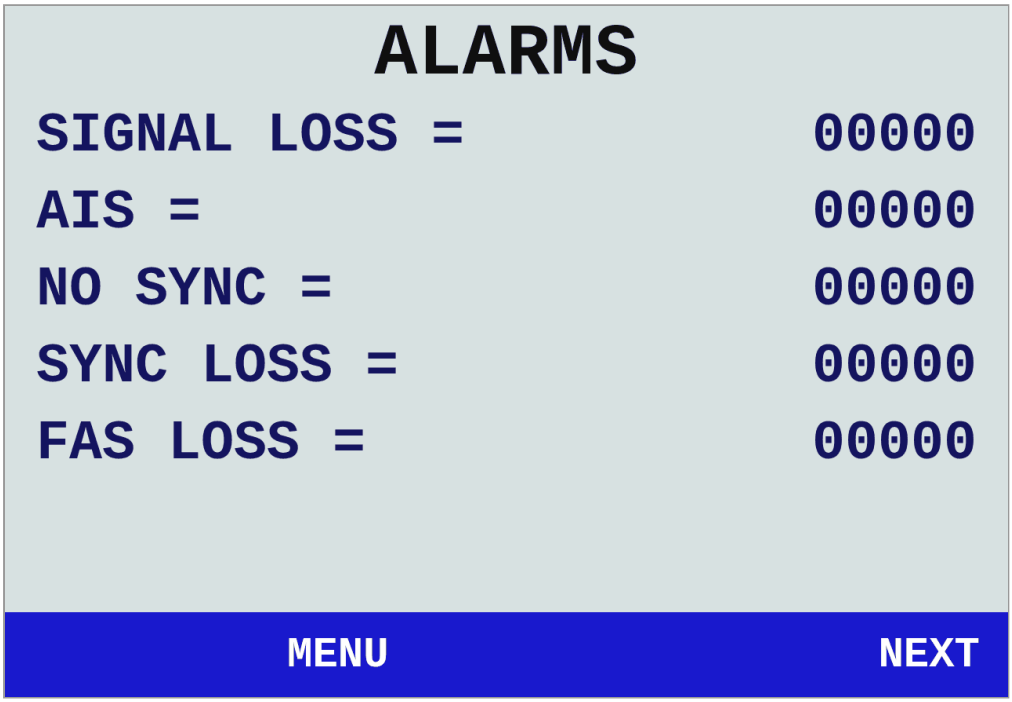
BASIC ERRORS, primeira tela da cadeia

Campo	O que é
BIT ERROR / BER	Bits recebidos errados (contagem e taxa), por comparação com o padrão esperado.
INJEC.ERR.	Quantas vezes a tecla física de inserção manual de erro foi pressionada nesta sessão.
TIME	Mesmo tempo decorrido da tela OK.
BLK ERROR / BLER / BLOCKS	O mesmo princípio do BIT ERROR, mas contando blocos (grupos de bits) com erro em vez de bits individuais.
SLIP / SLIP per HOUR / per DAY	Ocorrem quando o clock do transmissor remoto e o deste equipamento divergem o suficiente para a comparação do padrão perder a sincronia; o equipamento refaz essa sincronia automaticamente, e cada vez que isso acontece conta como um SLIP, com efeito equivalente a perder ou repetir um quadro inteiro na contagem de erros.

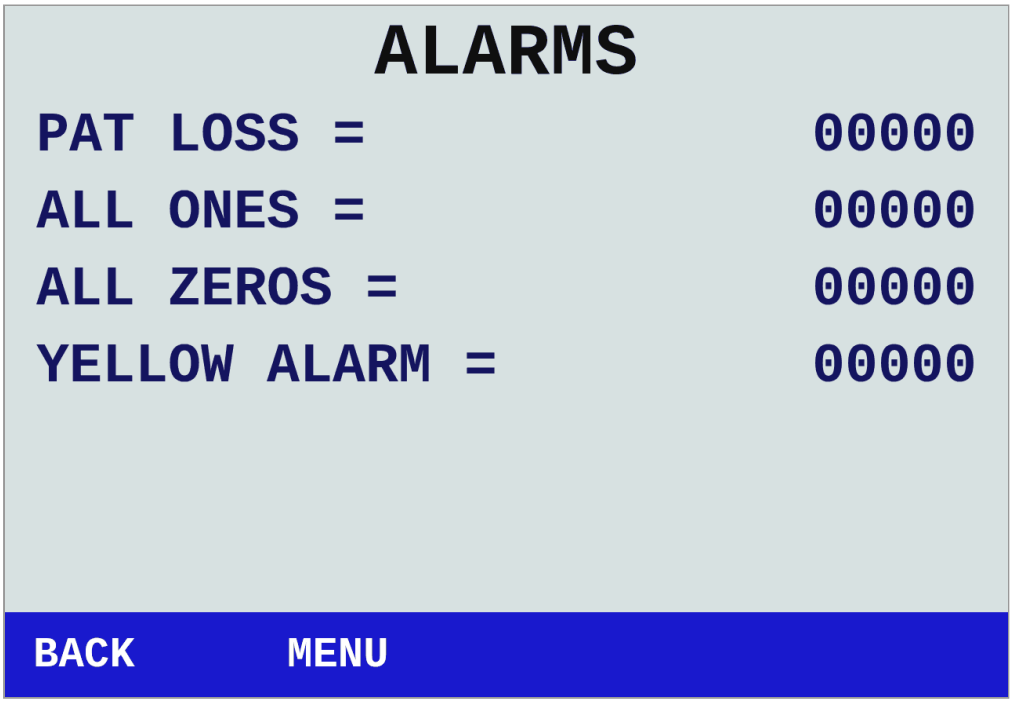
CODE ERR. / FAS ERROR	Erros de linha (código CMI) e de alinhamento de quadro — os mesmos que continuam ativos no MONITOR (seção 5), por não dependerem do padrão de bits.

> **Um erro real durante a captura.** Entre uma foto e outra desta seção, o enlace registrou dois erros de bit de verdade (não inseridos pela tecla manual: INJEC.ERR. continua em zero). BIT ERROR foi a 2, a BER recalculada apareceu em destaque e cada um gerou uma linha no EVENT LOG (seção 4.7) e um traço no histograma (seção 4.5) — a mesma cadeia de efeitos que uma inserção manual produziria.

4.4.2 ALARMS



ALARMS, primeira tela da cadeia



ALARMS, segunda e última tela da cadeia

Campo	O que é
SIGNAL LOSS / AIS / NO SYNC / SYNC LOSS / FAS LOSS	Perdas de sinal óptico e de alinhamento de quadro recebido.
PAT LOSS	Perda de sincronismo do padrão de bits recebido — quanto tempo o alarme ficou ativo. Não aparece em BASIC ERRORS: ao contrário de BIT ERROR e BLK ERROR, só existe esta visão de alarme, não uma contagem de ocorrências separada.
ALL ONES / ALL ZEROS	O receptor detectou o canal preso em todos os bits em 1 ou todos em 0.
YELLOW ALARM	Alarme remoto recebido do outro lado do enlace — ver a distinção com o Yellow bit na seção 8.

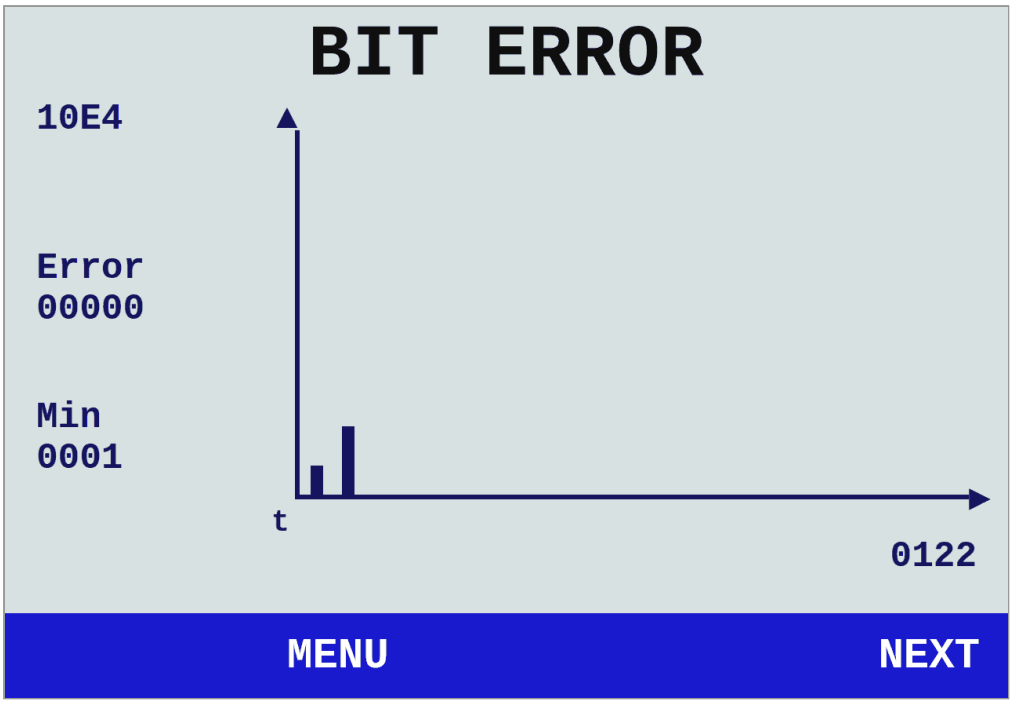
4.4.3 O painel de LEDs

Os LEDs acima e ao lado da tela acompanham, em tempo real, os mesmos alarmes e contadores das seções 4.4.1 e 4.4.2 — não é preciso abrir nenhuma tela de resultado para ver se algo está ativo neste instante.

LED	O que indica
RUN	O teste está rodando.
SYN	Enlace sincronizado — apaga se qualquer um dos alarmes abaixo estiver ativo.
NO SIGNAL	Mesmo alarme SIGNAL LOSS acima.
AIS	Mesmo alarme AIS acima.
ALL 1 / ALL 0	Mesmos alarmes ALL ONES / ALL ZEROS acima.
FAS LOSS	Mesmo alarme FAS LOSS acima.
PAT LOSS	Mesmo alarme PAT LOSS acima — some no MONITOR (seção 5.4.2).
SLIP	Mesmo contador SLIP da seção 4.4.1 — some no MONITOR (seção 5.4.1).
RE AL.	Mesmo alarme YELLOW ALARM acima.
BIT ERR	Mesmo contador BIT ERROR da seção 4.4.1 — some no MONITOR (seção 5.4.1).
FAS ERR	Mesmo contador FAS ERROR da seção 4.4.1 — continua ativo no MONITOR.

> **CAS LOSS, RMF AL., CRC ERR e NO CLOCK não acendem neste módulo.** O C37.94 sempre opera num tipo de quadro que não usa os três primeiros alarmes, e o NO CLOCK fica desligado em qualquer teste deste equipamento. Os quatro fazem parte de um painel genérico, compartilhado com outros testes do TSW200E1, mas não se aplicam aqui.

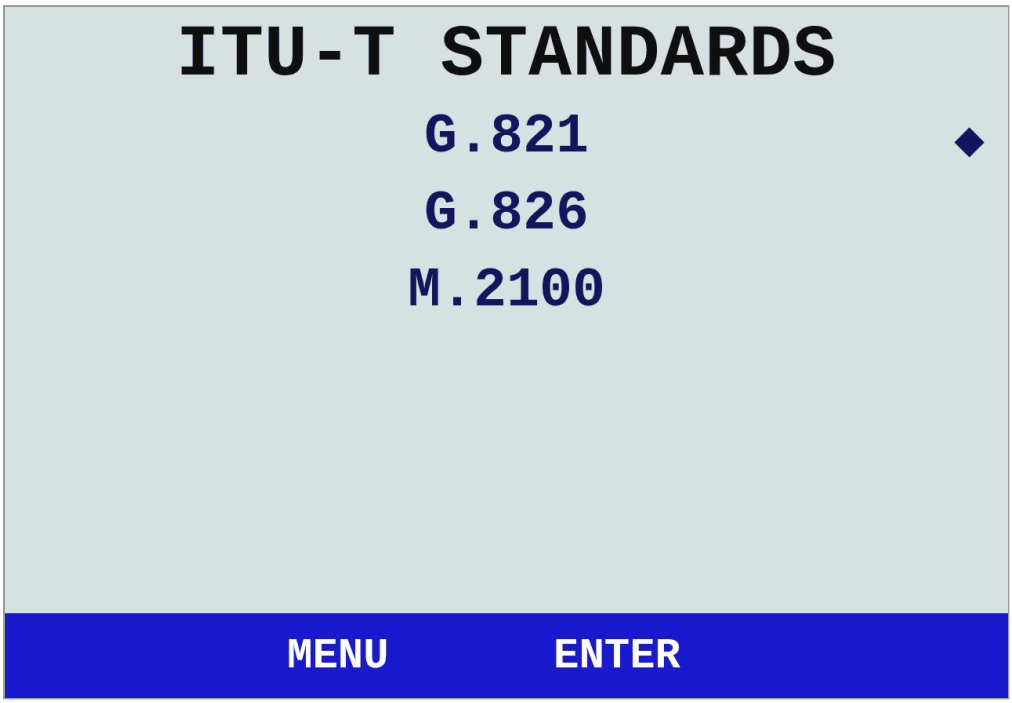
4.5 Histogramas



Histograma de BIT ERROR

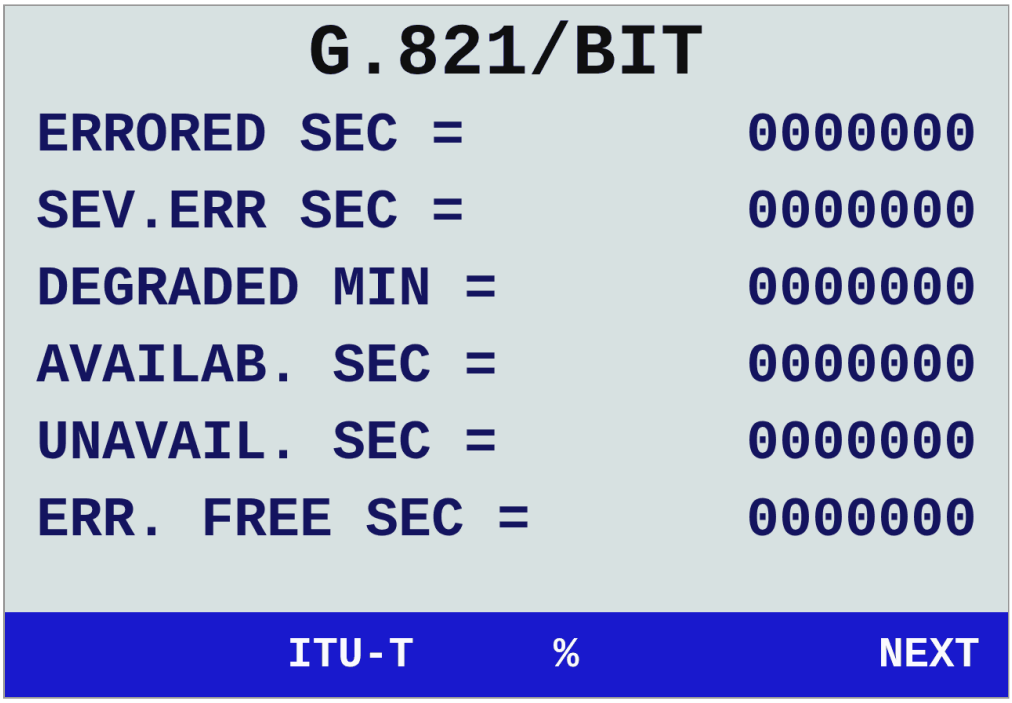
Cada medida de BASIC ERRORS e ALARMS tem um histograma correspondente (acessados por HISTOGRAMS no menu de resultados, e por F4/NEXT entre si, do mesmo jeito que as telas numéricas). O eixo X é o tempo, dividido em barras do tamanho escolhido em **Histo Resolution** (seção 4.2.3: MINUTES, neste teste); o eixo Y é a contagem do evento naquele intervalo, em escala logarítmica (aqui, até 10E4). O número no canto inferior direito (0122) é quantas barras já se passaram desde o início do teste. As duas barras próximas da origem marcam os dois erros de bit reais mencionados na nota acima — cada erro plota exatamente uma unidade na barra do minuto em que ocorreu.

4.6 ITU-T STANDARDS

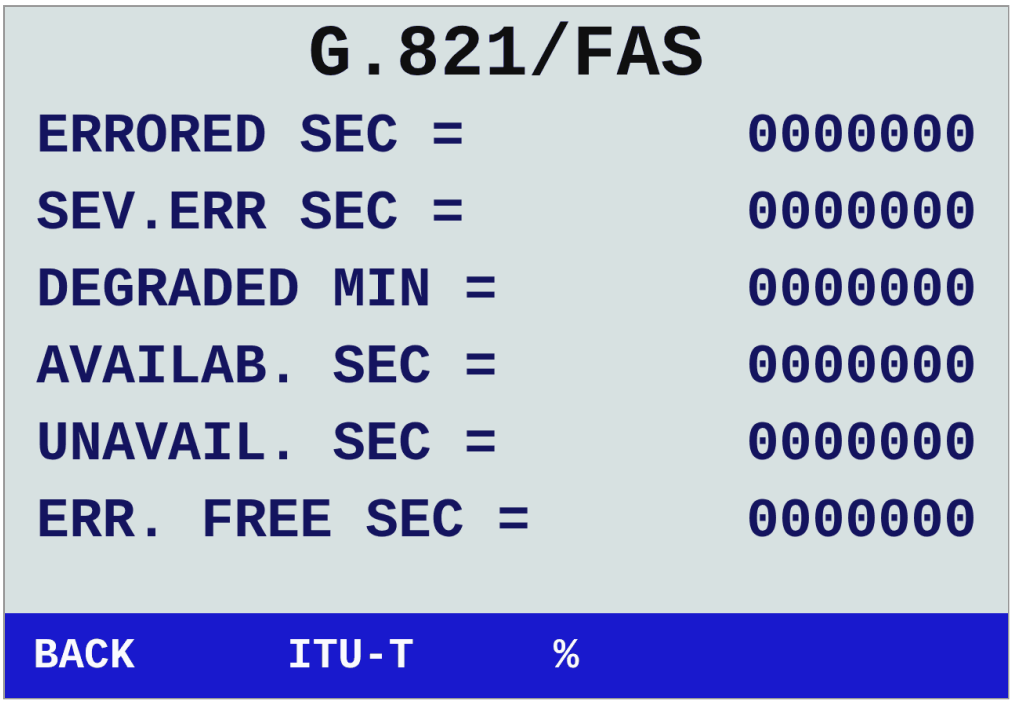


Submenu ITU-T STANDARDS

As mesmas medidas de BASIC ERRORS e ALARMS, reprocessadas segundo três recomendações da ITU-T. F4/NEXT percorre as seis telas em sequência (G.821/BIT → G.821/FAS → G.826, duas telas → M.2100, duas telas); F2/ITU-T volta a este submenu de qualquer uma delas.

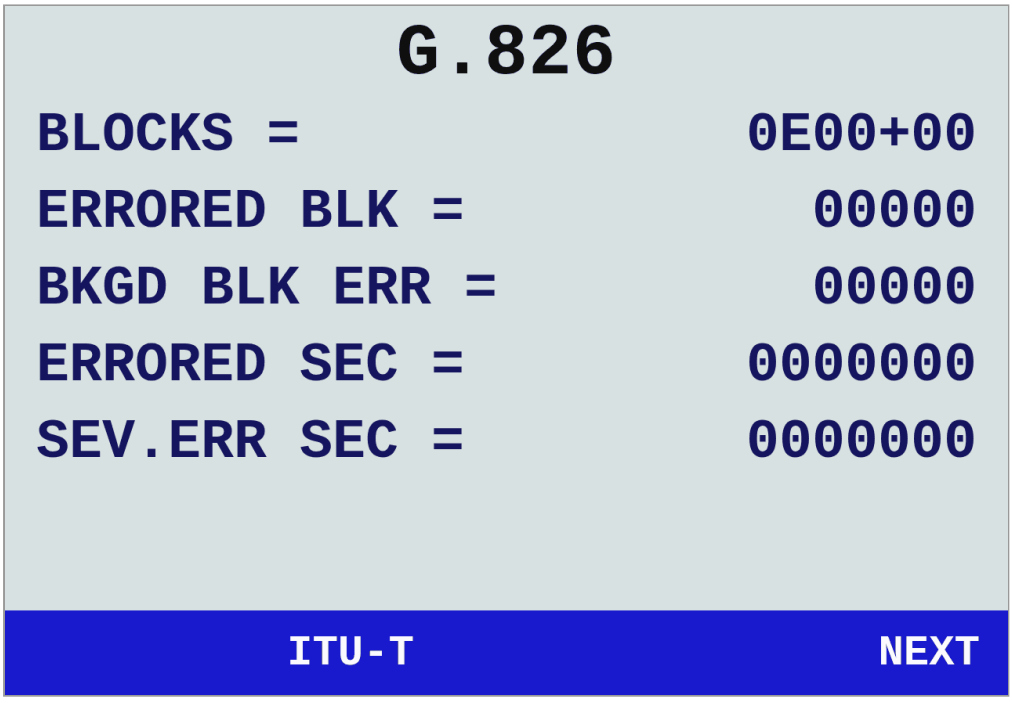


G.821, calculado sobre erros de BIT

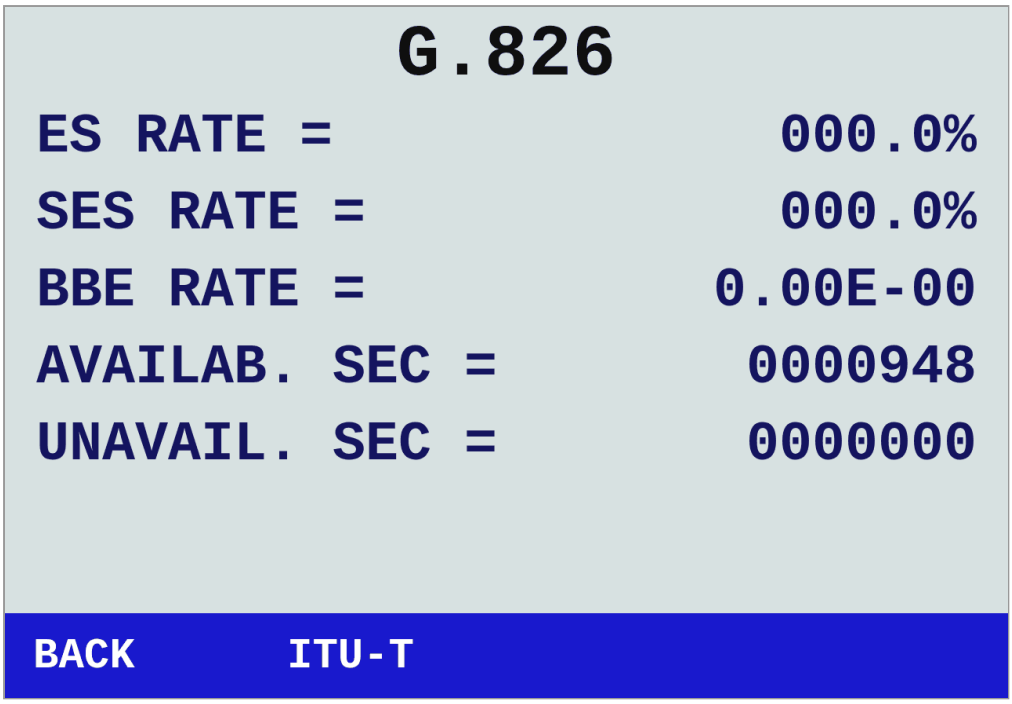


G.821, calculado sobre erros de FAS

G.821 classifica cada segundo do teste como bom, com erro (ERRORED SEC) ou severamente errado (SEV.ERR SEC — ver o que define um SES na seção 8), além de medir indisponibilidade (DEGRADED MIN, UNAVAIL. SEC) e segundos livres de erro (ERR. FREE SEC). O C37.94 oferece duas versões lado a lado, **G.821/BIT** e **G.821/FAS** — a tecla com o ícone no meio do rodapé alterna, dentro de cada uma, entre a contagem absoluta e o percentual sobre o tempo total de teste.

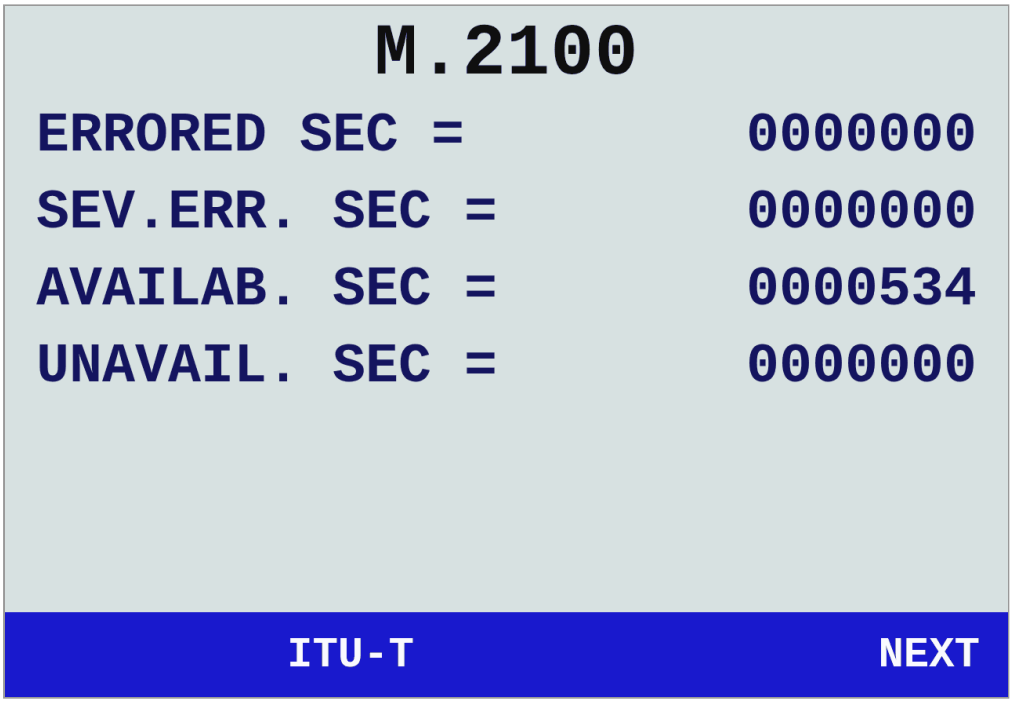


G.826, primeira tela (contagens)

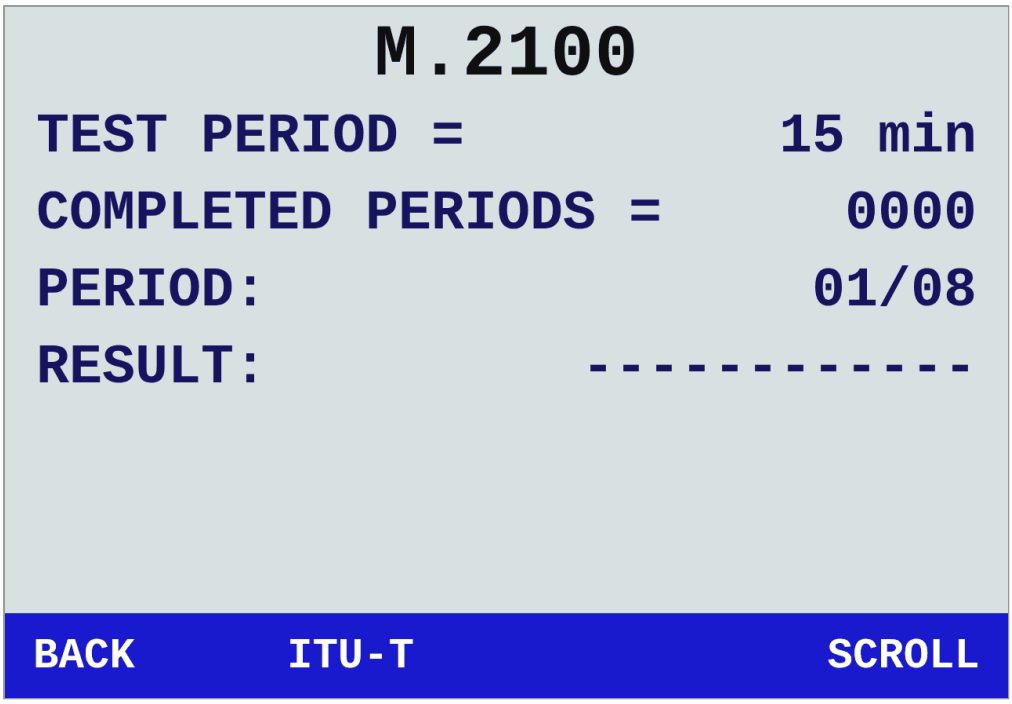


G.826, segunda tela (taxas)

G.826 faz a mesma classificação de segundos e disponibilidade que o G.821, mas a partir de erros de **bloco** em vez de bit (BLOCKS, ERRORED BLK, BKGD BLK ERR), com as taxas ES RATE/SES RATE/BBE RATE na segunda tela.



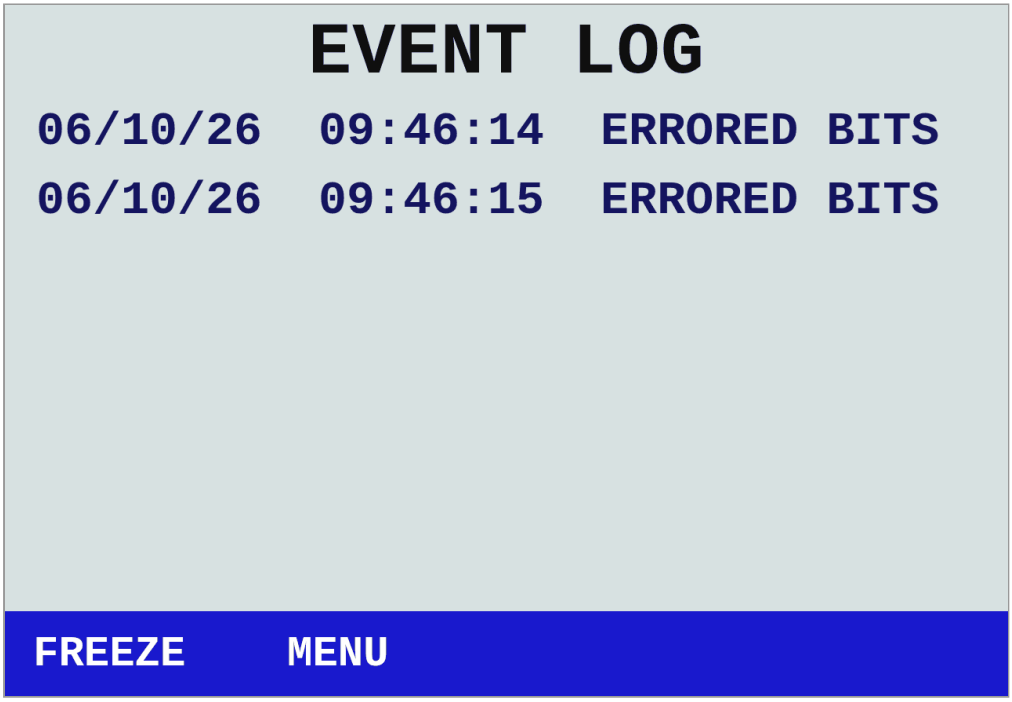
M.2100, primeira tela



M.2100, segunda tela: resultado por período

M.2100 aplica os limites de aceitação que a recomendação define para comércio/ manutenção de um enlace, divididos em períodos de teste (15 min neste exemplo, campo **TEST PERIOD**). A segunda tela mostra, período a período (**PERIOD: 01/08**, navegado por F4/SCROLL), se aquele intervalo passou ou falhou no critério da norma (**RESULT**); aqui ainda em branco, porque o primeiro período de 15 minutos não tinha se completado.

4.7 EVENT LOG



EVENT LOG com os dois erros de bit da captura

Lista, em ordem cronológica, cada evento de alarme ou erro com data e hora de início. São os mesmos dois erros de bit das seções 4.4.1 e 4.5, registrados aqui como duas linhas **ERRORED BITS** com um segundo de diferença. **F1/FREEZE** congela a lista na tela (útil para ler um log que está crescendo); **F2/MENU** volta ao menu de resultados.

5. MONITOR

MONITOR é o modo passivo do módulo: por baixo, roda o mesmo teste TX/RX Framed da seção 4, mas com a transmissão neutralizada — o TSW200E1 não coloca dado válido na fibra, só mede o que recebe.

5.1 Um teste de campo: acompanhando um enlace sem interferir

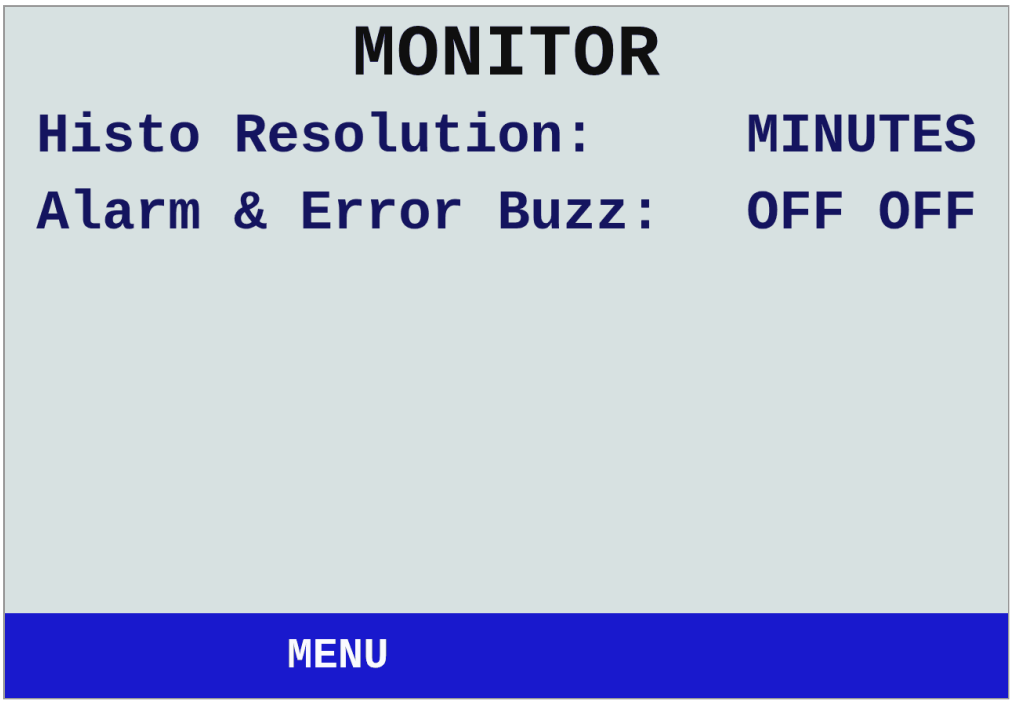
O uso típico é verificar a saúde de um enlace C37.94 **já em operação** entre um relé de proteção e um multiplexador (ou dois relés), sem tirar o enlace de serviço e sem precisar de um segundo TSW200E1 do outro lado. O equipamento é inserido no caminho óptico por um acoplador (tap), que desvia uma fração do sinal real para a entrada do TSW200E1 sem romper o enlace original. É exatamente por isso que a transmissão precisa ficar neutralizada: qualquer coisa que o TSW200E1 transmitisse se somaria, pelo mesmo acoplador, ao sinal real que chega ao outro lado do enlace — um monitor que transmite deixa de ser só um monitor.

Como consequência, o lado remoto não percebe o TSW200E1: continua enxergando só o relé ou multiplexador do outro extremo, exatamente como antes de o instrumento ser inserido. O que o TSW200E1 mede é só a recepção.



MONITOR: o TSW200E1 ligado por um tap óptico passivo entre o relé de proteção e o multiplexador, recebendo apenas uma fração do sinal de um sentido da transmissão — sem transmitir nada de volta para o enlace

5.2 Configuração



Tela de configuração do MONITOR

Campo	Neste teste	O que é
Histo Resolution	MINUTES	O mesmo campo da seção 4.2.3: o tamanho do intervalo de cada barra dos histogramas.
Alarm & Error Buzz	OFF OFF	Os mesmos dois avisos sonoros da seção 4.2.3, independentes um do outro.

F2/MENU volta ao menu do módulo. O **START**, como em todo o módulo, é uma tecla física dedicada do teclado, não uma das F1-F4, e leva direto à tela RUNNING do MONITOR.

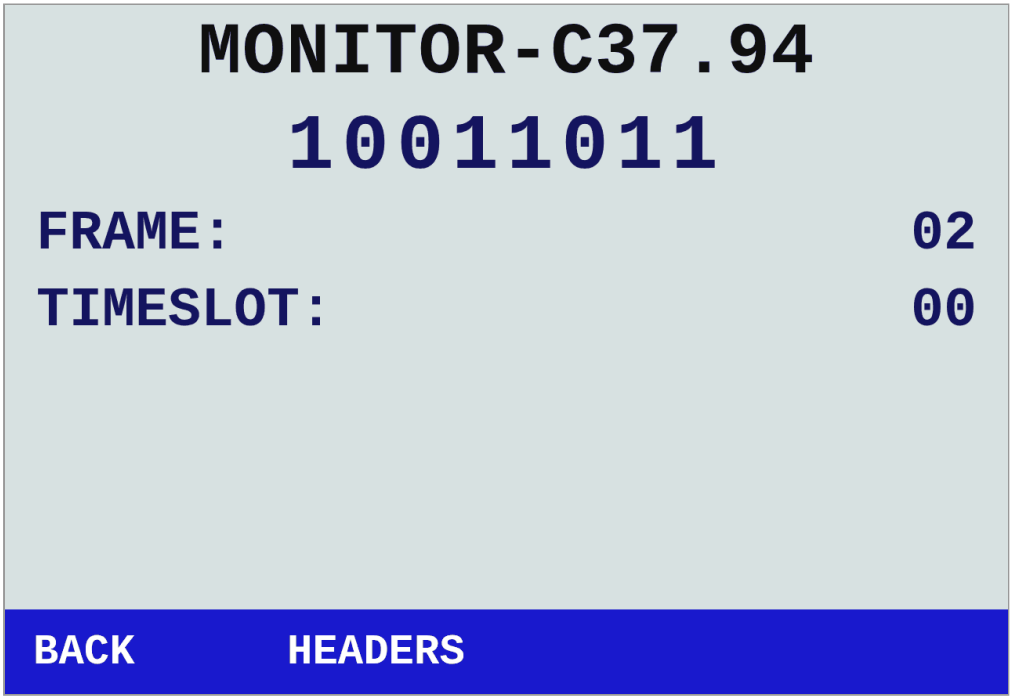
5.3 A tela RUNNING



Tela OK, MONITOR recém-iniciado

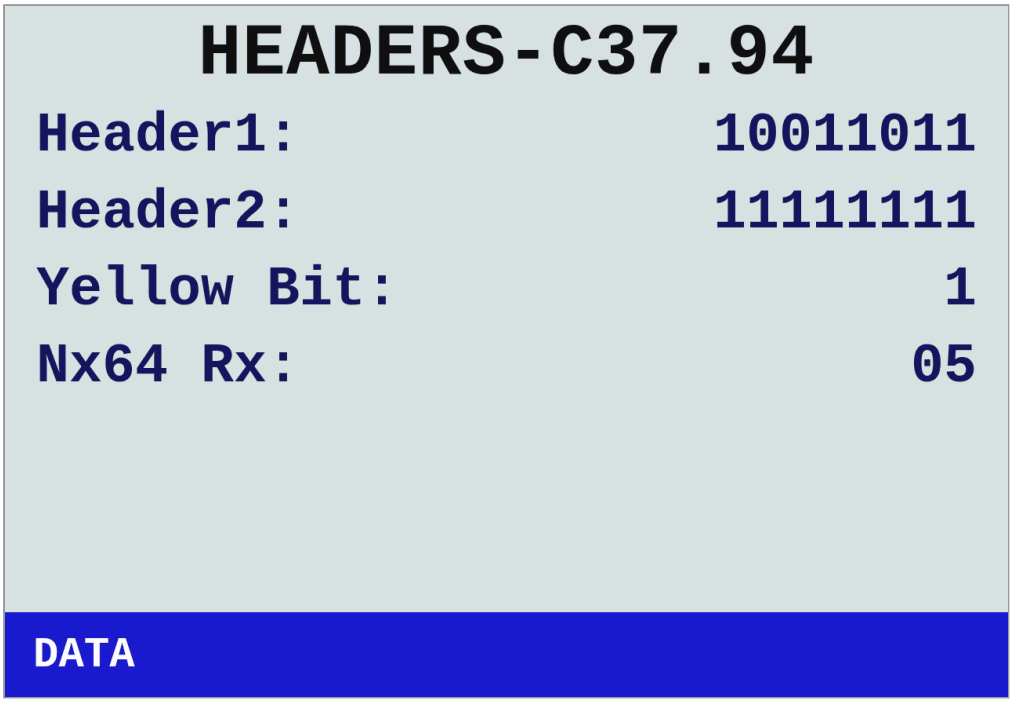
O mesmo desenho da tela OK do TX/RX Framed (seção 4.3), com três diferenças: o título mostra a taxa **recebida** do cabeçalho do remoto, não a transmitida (fica em zero sem cabeçalho válido); o aviso ***LASER ON**** continua piscando normalmente, porque a interface óptica continua ligada (seção 5.1); e **F1/ERRTYPE** some, dando lugar a **F4/DATA**, que entra no MONITOR convencional do equipamento para examinar o cabeçalho recebido quadro a quadro, detalhado na seção 5.3.1. A mesma tecla **DATA** também aparece no menu de resultados, a seguir.

5.3.1 A tela DATA



MONITOR-C37.94 — o byte bruto do timeslot selecionado

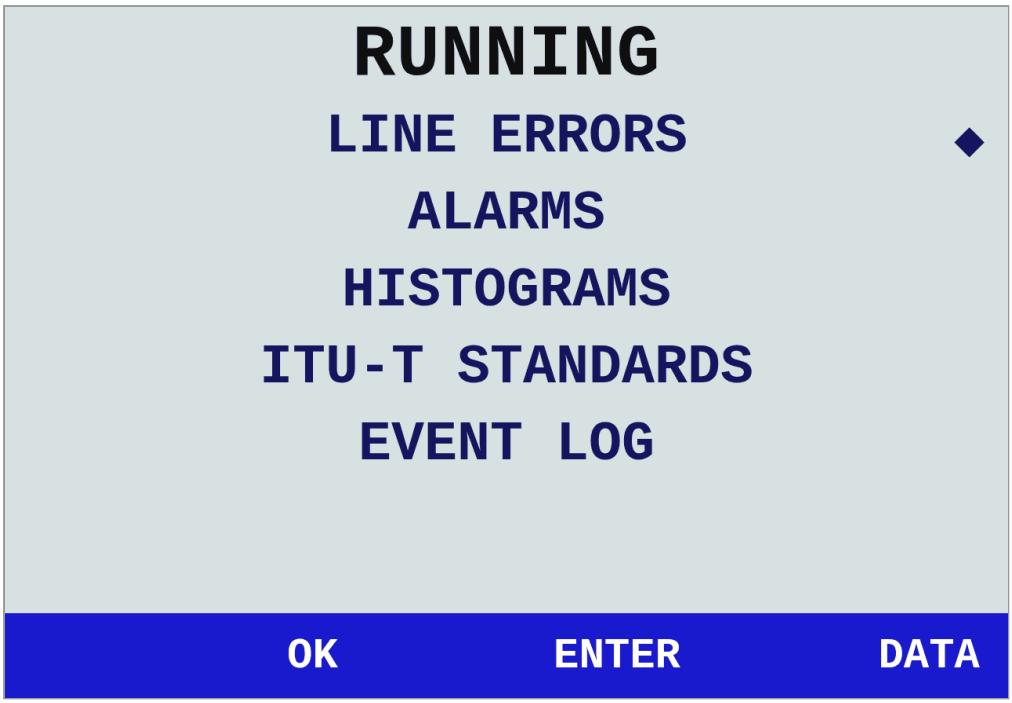
Esta tela mostra, em binário, o byte recebido no **FRAME** e **TIMESLOT** selecionados, navegados com as setas. Na captura acima, FRAME 02 (um quadro par) e TIMESLOT 00 mostram `10011011`: o próprio FAS descrito na seção 1.1. Navegar até o TIMESLOT 02 mostraria, da mesma forma, o byte onde o N×64 recebido é codificado (seção 1.1).



HEADERS-C37.94 — a leitura já decodificada

F2/HEADERS, a partir da tela acima, leva à versão decodificada do cabeçalho — a tela HEADERS já descrita na seção 1.1.1, com Header1, Header2, Yellow Bit e Nx64 Rx lado a lado, sem precisar navegar FRAME/TIMESLOT manualmente. Dali, **F1/DATA** volta à tela anterior (o byte bruto), e é só dessa tela anterior que **F1/BACK** encerra o MONITOR e retorna à tela RUNNING do C37.94 (seção 5.3), retomando o teste sem perder nada do que já foi medido.

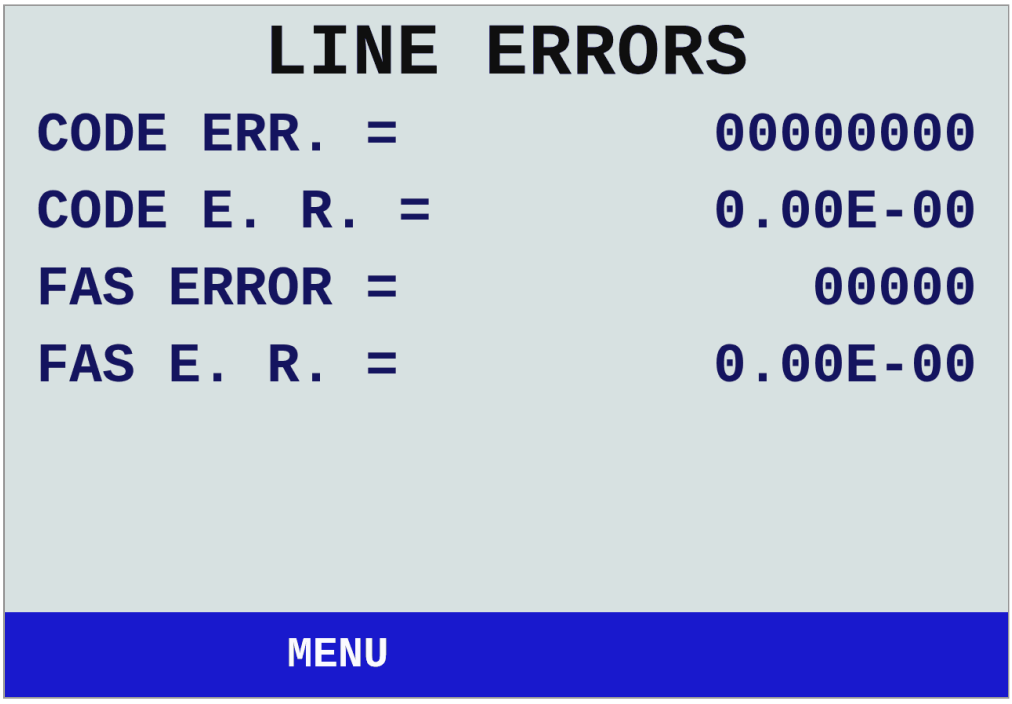
5.4 Menu de resultados



F2/MENU a partir da tela OK, no MONITOR

Os mesmos cinco itens da seção 4.4, com um nome trocado e um item encolhido:

5.4.1 LINE ERRORS

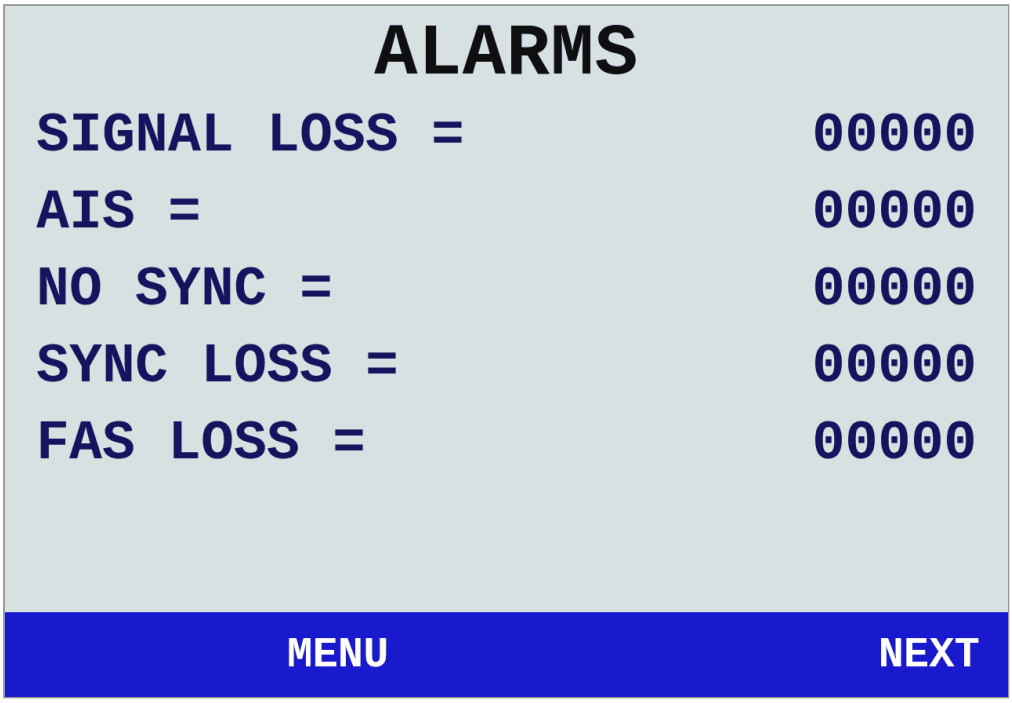


LINE ERRORS — tela única, sem cadeia

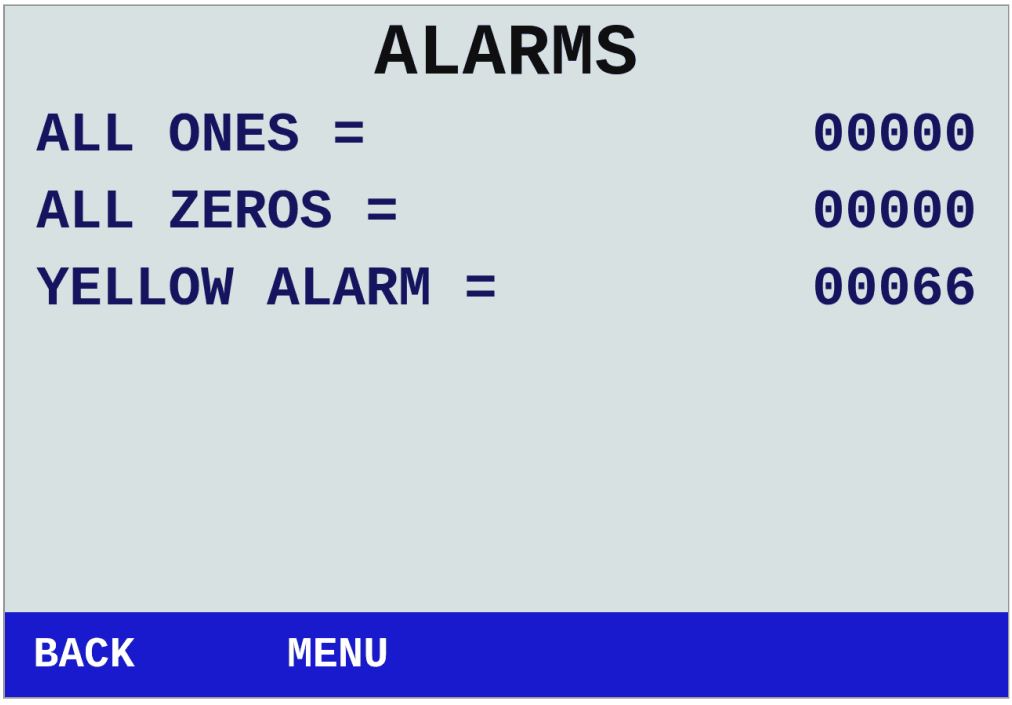
BASIC ERRORS passa a se chamar **LINE ERRORS** e abre direto nesta única tela, com CODE ERR. e FAS ERROR (os mesmos campos da seção 4.4.1). Não há F4/NEXT porque todo o resto da cadeia original — BIT ERROR, BLK ERROR, SLIP — dependia de comparar com um padrão de bits que, num enlace de

terceiros, o TSW200E1 não conhece. Essas medidas não aparecem zeradas: somem mesmo, porque zero sugeriria uma medição perfeita, e o que houve foi a ausência da medida.

5.4.2 ALARMS



ALARMS, primeira tela — idêntica à do TX/RX Framed



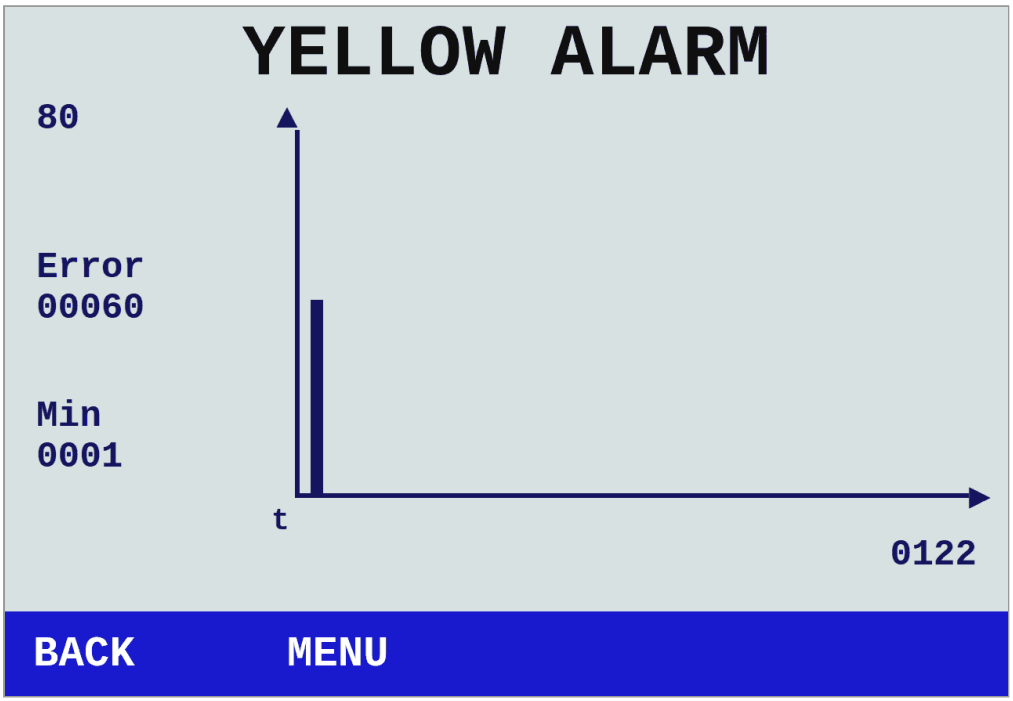
ALARMS, segunda tela — sem PAT LOSS

A primeira tela (SIGNAL LOSS, AIS, NO SYNC, SYNC LOSS, FAS LOSS) é idêntica à da seção 4.4.2. Na segunda, **PAT LOSS** some pelo mesmo motivo do LINE ERRORS — também depende do padrão — restando ALL ONES, ALL ZEROS e YELLOW ALARM. Nesta captura, feita numa bancada de testes, **YELLOW ALARM** aparece contando (em vermelho) porque o outro lado do teste dependia do sinal deste próprio TSW200E1 para manter o alinhamento de quadro — com a transmissão neutralizada, ele o perde e

devolve alarme (seção 5.1). Num enlace de campo de verdade, tapeado conforme a seção 5.1, isso não deve acontecer: o relé e o multiplexador continuam se comunicando entre si, sem depender do TSW200E1, e o YELLOW ALARM só deve aparecer se o próprio enlace monitorado estiver, de fato, com problema.

> No painel de LEDs (seção 4.4.3), PAT LOSS, SLIP e BIT ERR apagam pelo mesmo motivo: dependem de um padrão de bits que o MONITOR não tem como conhecer. Os demais LEDs citados ali continuam funcionando normalmente.

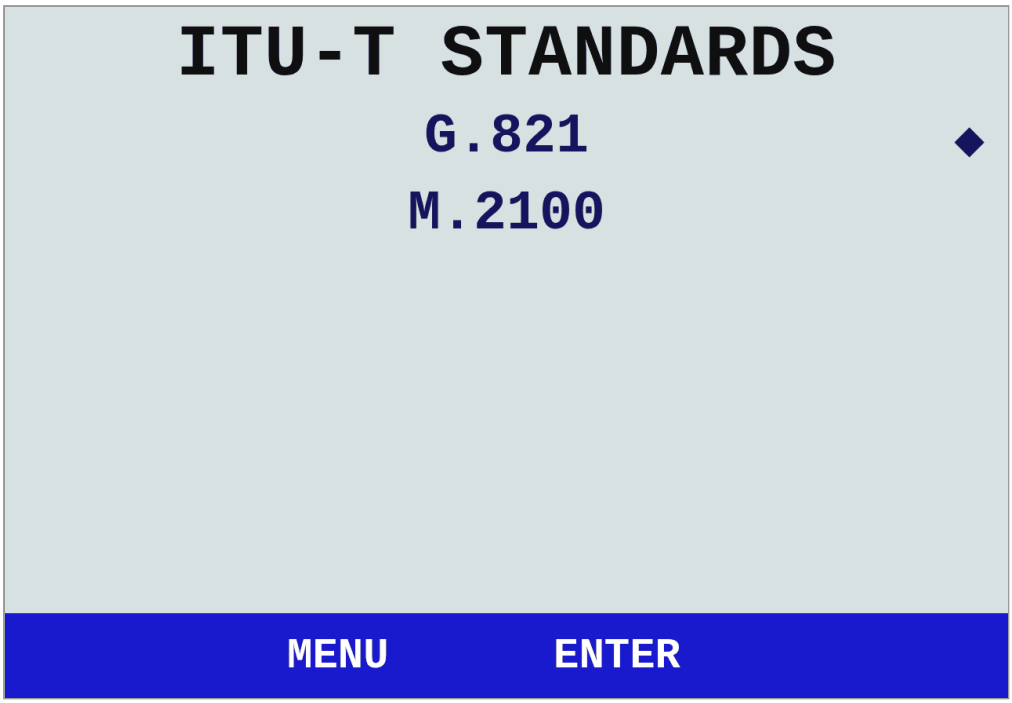
5.5 Histogramas



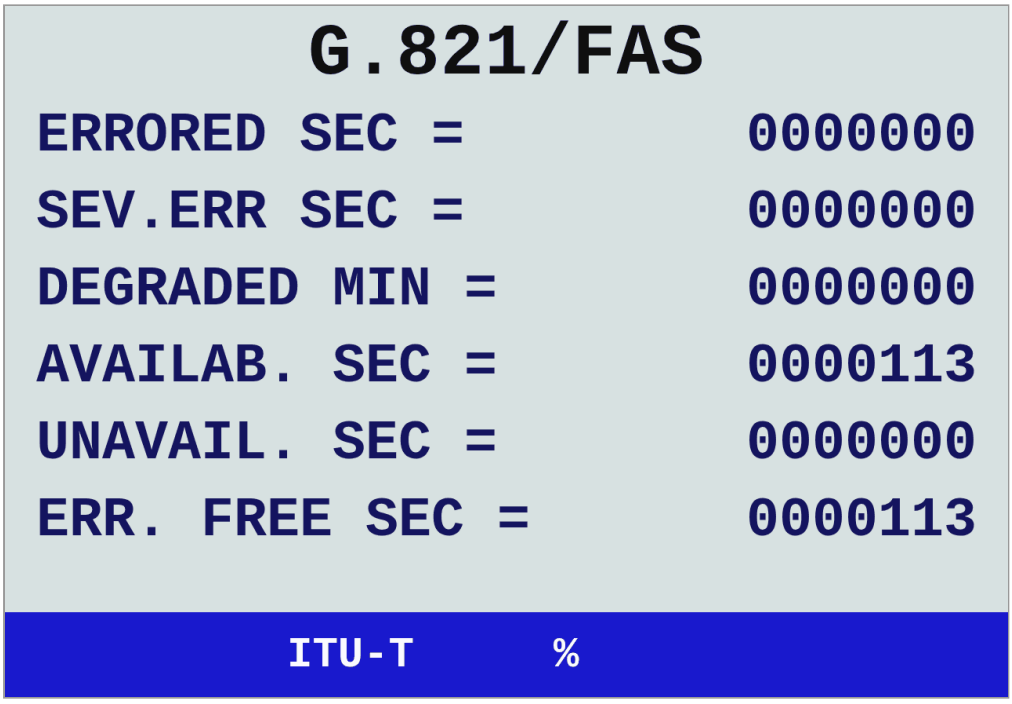
Histograma de YELLOW ALARM

Mesmo mecanismo da seção 4.5 (eixo X o tempo, eixo Y a contagem no intervalo). Os histogramas de BIT ERROR, BLK ERROR, SLIP e PAT LOSS somem da navegação, pelo mesmo motivo das seções anteriores; os demais, incluindo este de YELLOW ALARM, continuam disponíveis.

5.6 ITU-T STANDARDS

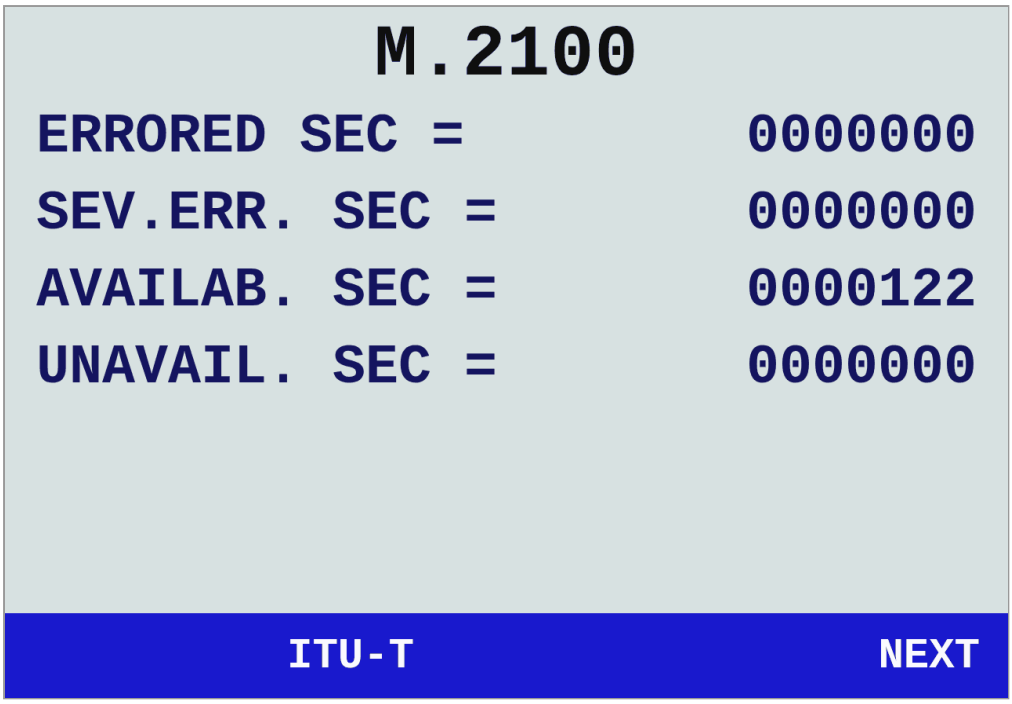


Submenu ITU-T STANDARDS no MONITOR — sem G.826

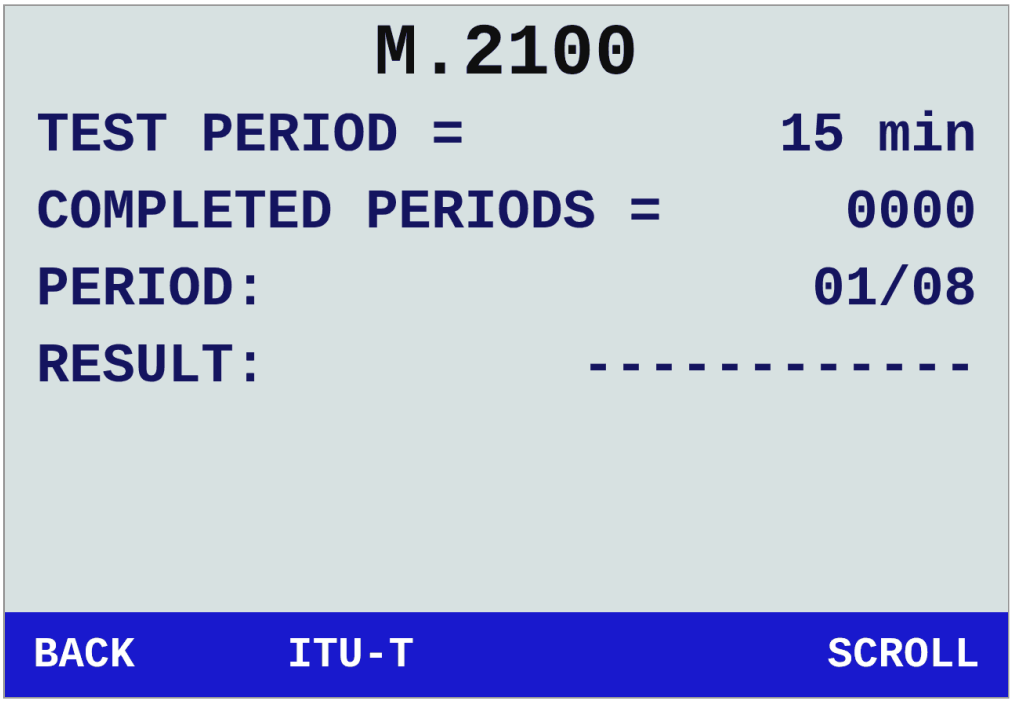


G.821 no MONITOR — só a versão FAS, sem tela de BIT

G.821/FAS classifica cada segundo do teste como bom, com erro (**ERRORED SEC**) ou severamente errado (**SEV.ERR SEC** — ver o que define um SES na seção 8), a partir dos erros de quadro recebidos no enlace monitorado. Também mede indisponibilidade (**DEGRADED MIN**, **UNAVAIL. SEC**) e segundos livres de erro (**ERR. FREE SEC**).



M.2100, primeira tela — mesmos campos da seção 4.6



M.2100, segunda tela — idêntica à da seção 4.6

M.2100 aplica os limites de aceitação que a recomendação define para comércio/ manutenção de um enlace, divididos em períodos de teste (**TEST PERIOD**). A segunda tela mostra, período a período (**PERIOD**, navegado por F4/SCROLL), se aquele intervalo passou ou falhou no critério da norma (**RESULT**).

5.7 EVENT LOG



EVENT LOG registrando o início do Yellow Alarm

Mesma tela da seção 4.7. Aqui, a única linha registrada é o início do YELLOW ALARM visto na seção 5.4.2 — consequência do arranjo de bancada usado nessas capturas, não um evento esperado num enlace de campo real.

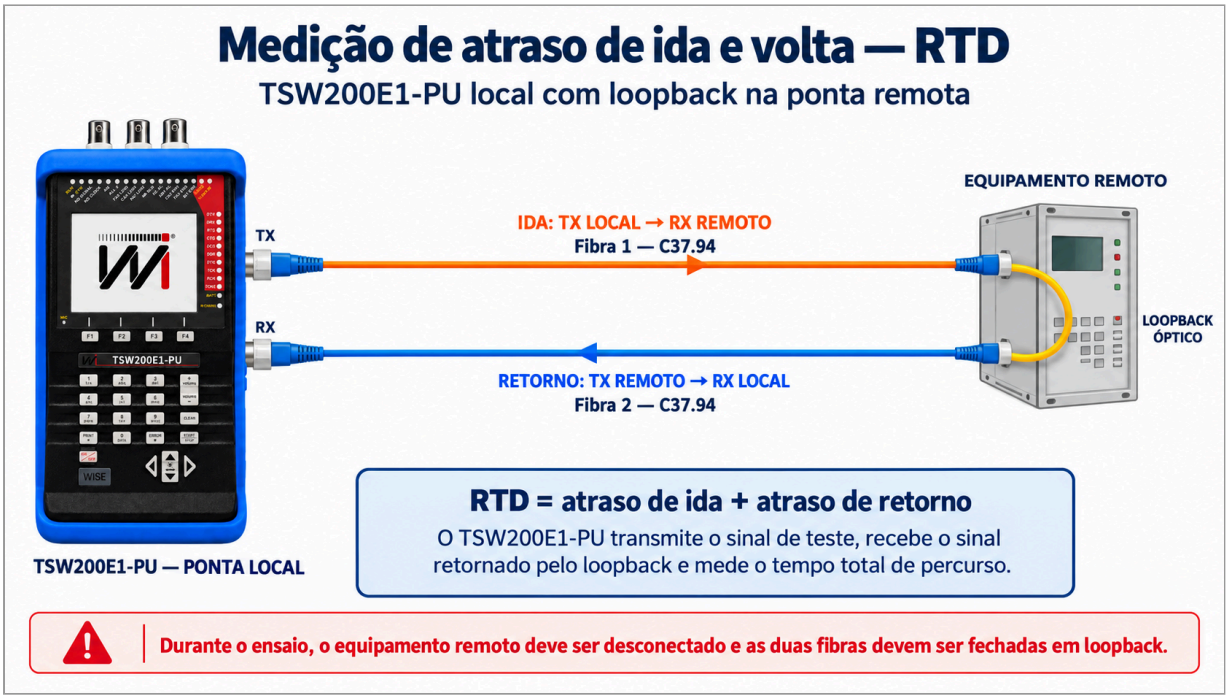
6. ROUND-TRIP DELAY

ROUND-TRIP DELAY mede quanto tempo um bit leva para sair do TSW200E1, percorrer todo o circuito sob teste e voltar a ser detectado pelo mesmo equipamento que o enviou. Diferente do TX/RX Framed e do MONITOR, não há um padrão contínuo sendo comparado: a cada medida, o equipamento marca deliberadamente **um único bit** como erro (o mesmo mecanismo usado nos testes de BER) e cronometra, em microssegundos, o tempo até esse bit marcado ser detectado de volta na recepção. A resolução do cronômetro é de 1 µs, numa faixa que vai até 9.999.999 µs (os mesmos 10 segundos citados na seção 6.3 como limite antes do **OV**).

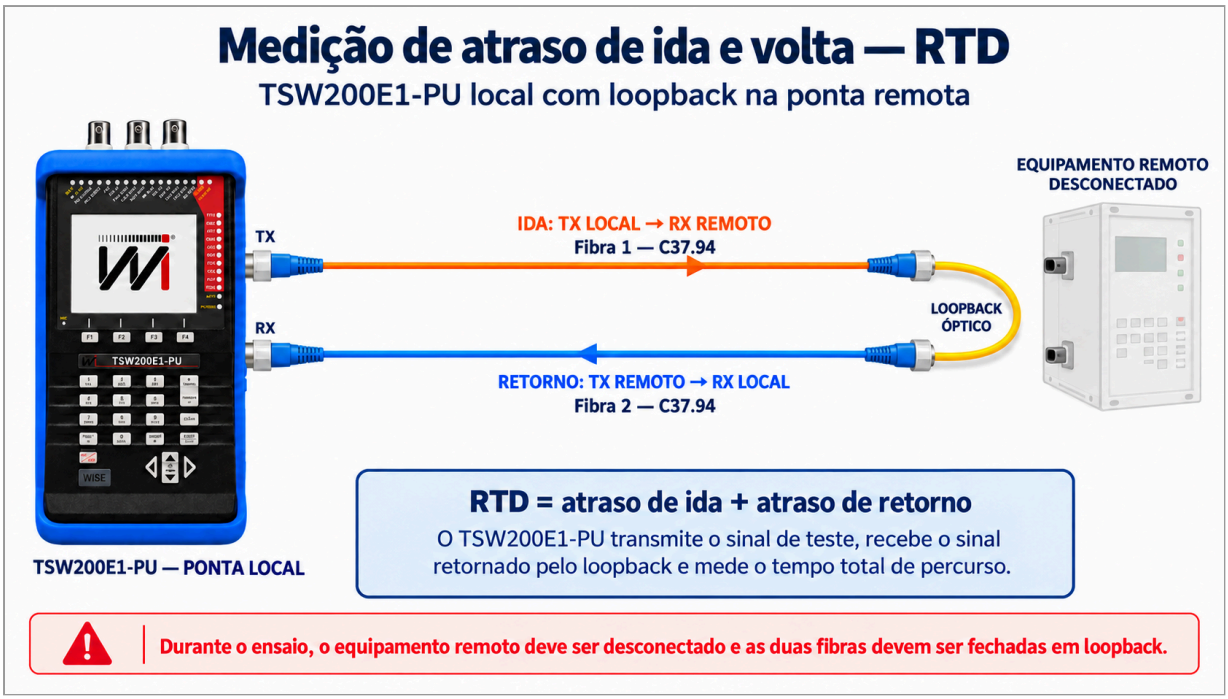
6.1 Um teste de campo: o atraso real de um circuito de teleproção

Para o bit marcado voltar, o circuito precisa fechar um laço de volta até o próprio TSW200E1 — ele não mede nada sozinho contra um equipamento remoto que apenas recebe. Na prática, isso significa colocar a outra ponta do circuito em **loopback**: ou o **Loopback REMOTE** do próprio TX/RX Framed (seção 4.2.3 — que devolve o bit marcado exatamente como chegou, sem reconstruí-lo), se a outra ponta for outro TSW200E1, ou o loopback de teste do relé de proteção/multiplexador real, se o objetivo for medir o atraso de um canal de teleproção já instalado de ponta a ponta — ou, se esse equipamento remoto não tiver essa função embutida, desconectando-o e fechando as duas fibras C37.94 diretamente em loopback.

Como o que se quer é o atraso do **circuito**, não o atraso que o próprio TSW200E1 introduz internamente, o teste tem duas etapas: primeiro calibra-se um zero de referência com um loopback curto e local (um cordão de fibra ligando a saída à entrada do próprio equipamento), depois mede-se de fato o circuito real, já descontado esse zero. As seções seguintes detalham cada etapa.



ROUND-TRIP DELAY com o loopback de teste do próprio equipamento remoto (relé de proteção/multiplexador), sem precisar desconectá-lo



ROUND-TRIP DELAY com o equipamento remoto desconectado e as duas fibras C37.94 fechadas diretamente em loopback

6.2 A tela PRESS START



PRESS START, sem campos de configuração

A partir do menu do módulo (seção 3), **ROUND-TRIP DELAY** abre direto esta tela — não há nenhum campo para ajustar antes de começar. **START** leva à tela rodando, descrita a seguir.

6.3 Calibrando o zero (SET 0) e medindo (SEND)



Tela rodando, reciém iniciada: os dois valores zerados

Campo	O que é
Round-Trip Delay	O resultado mostrado: o tempo da última medida, já descontado o zero de referência.
Zero Correction	O zero de referência calibrado (seção 6.1). Enquanto estiver em 0000000 µs, o Round-Trip Delay mostra o tempo bruto, sem desconto.

F2/SEND e **F3/SET 0** fazem exatamente a mesma operação de fundo: inserem um único bit de erro e cronometram o tempo até ele ser detectado de volta. A diferença é só o destino do resultado — **SEND** escreve o tempo medido em **Round-Trip Delay** (descontando a Zero Correction já calibrada); **SET 0** guarda o tempo medido como a nova **Zero Correction** e zera o Round-Trip Delay. Por isso a ordem do teste importa:

1. Com o loopback curto e local da seção 6.1 conectado, pressionar **SET 0** — o tempo desse laço mínimo (só o próprio equipamento) vira a Zero Correction.
2. Trocar o loopback local pelo circuito real a medir (com a outra ponta em loopback, seção 6.1), e pressionar **SEND** — o Round-Trip Delay mostrado passa a refletir só o atraso do circuito real, sem o que o próprio TSW200E1 adiciona.



Após SET 0: a Zero Correction calibrada em 56 µs



Imagem ilustrativa (simulada), não uma captura do equipamento — após SEND medir o circuito real, com a Zero Correction da tela anterior já aplicada

> **F4/RESET** zera os dois campos de uma vez, para recomeçar a calibração do zero do início. SEND e SET 0 só respondem com o enlace sincronizado e sem alarme no momento do aperto — com SIGNAL LOSS, AIS, FAS LOSS ou perda de padrão ativos, a tecla é ignorada, pois não há como um bit marcado voltar por um circuito que não está fechado. Se o bit marcado não retornar em até 10 segundos (circuito aberto, loopback esquecido, etc.), a tela mostra **OV** (overflow) ao lado do Round-Trip Delay; pressionar STOP durante a espera cancela a medida em andamento.

> O equipamento para o cronômetro assim que detecta qualquer erro, não necessariamente o bit que ele mesmo marcou. Num circuito com erro de linha presente, um erro espontâneo pode chegar antes do bit marcado e encurtar a medida sem aviso — meça com o enlace limpo, e desconfie de leituras isoladas muito baixas.

6.4 Atraso de ida e volta: o RTD não é o atraso de um sentido só

O valor mostrado em **Round-Trip Delay** é a soma do atraso de ida com o atraso de volta do circuito: o bit marcado sai do TSW200E1, percorre o circuito até a ponta em loopback, volta pelo mesmo circuito e só então é cronometrado. Não é o atraso de um sentido só.

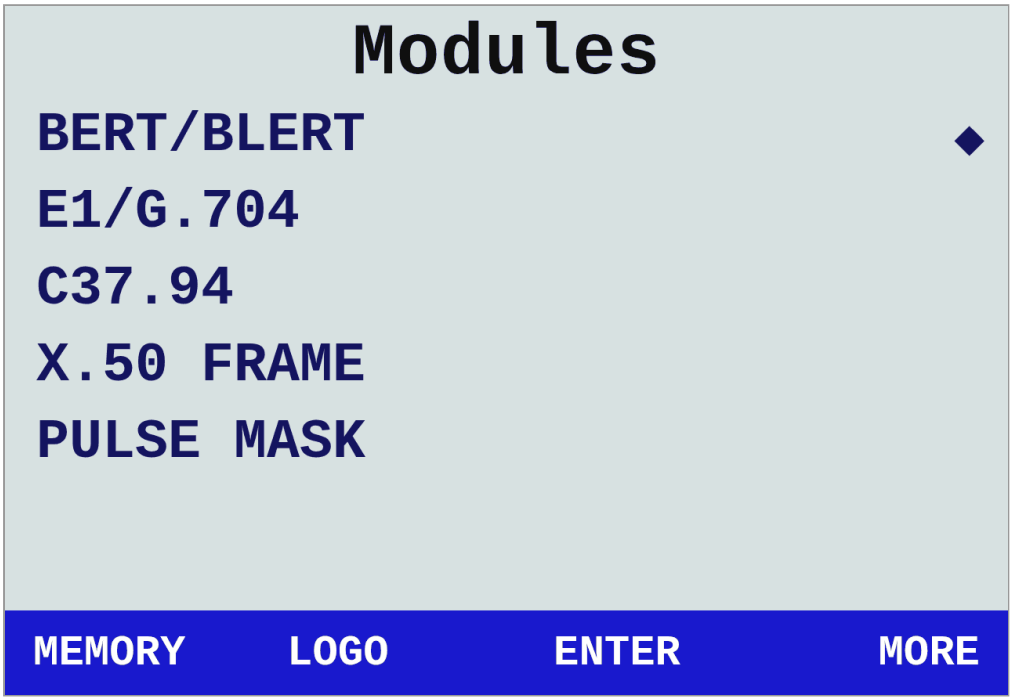
Dividir o RTD por dois para estimar o atraso de um sentido só vale apenas se os dois sentidos do circuito tiverem o mesmo atraso — mesma extensão de fibra, mesmos equipamentos intermediários nos dois sentidos. O TSW200E1 não verifica essa simetria nem faz essa divisão: ele só mostra o tempo total medido. Em aplicações de teleproção, onde o atraso de um sentido específico pode ser o que importa para a lógica de trip/bloqueio, essa suposição de simetria precisa ser validada por outros meios antes de ser usada — o equipamento não a comprova.

O equipamento também não guarda histórico de medidas nem calcula mínimo, máximo ou média: cada SEND sobrescreve o valor anterior. Para avaliar a repetibilidade do atraso medido, é preciso repetir o SEND manualmente e anotar cada leitura à parte.

7. Impressão

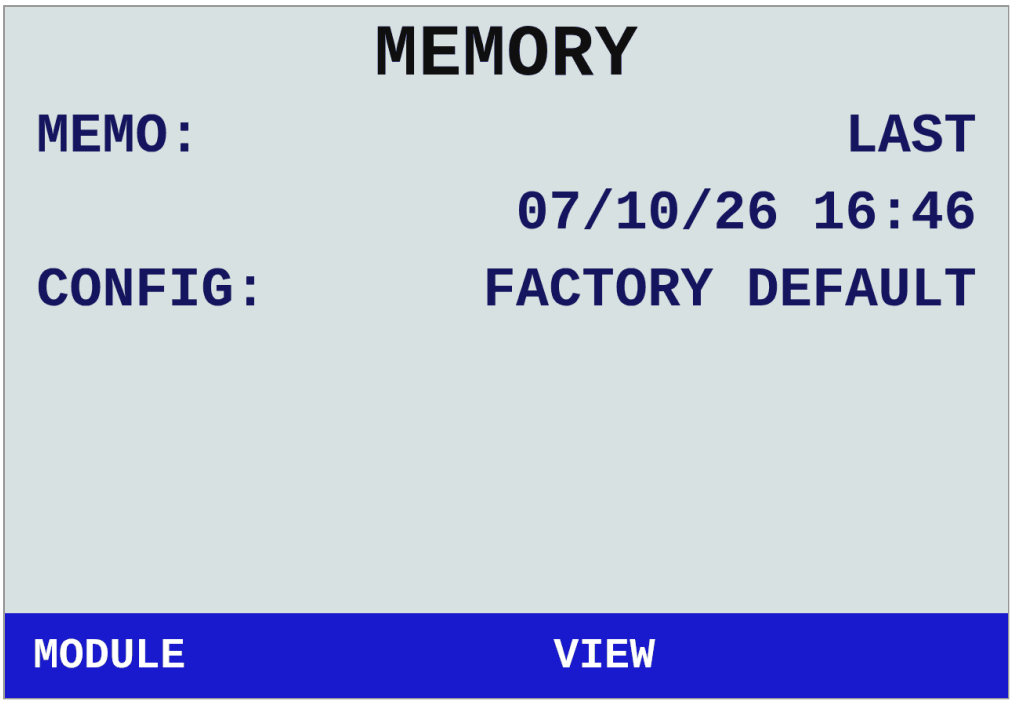
Os resultados de um teste do C37.94 — TX/RX FRAMED ou MONITOR — podem ser enviados para impressão, mas não diretamente da tela RUNNING: o caminho passa pela memória do equipamento, comum a todos os módulos. Esta seção percorre esse caminho do início ao fim, a partir de um teste já concluído (ou ainda rodando, pois o último resultado fica sempre disponível em **LAST**).

7.1 Abrindo a memória



Tela Modules — F1/MEMORY

A partir da tela **Modules** (acessível de qualquer módulo, voltando até a seleção geral), pressionar **F1/MEMORY** abre a memória do equipamento.



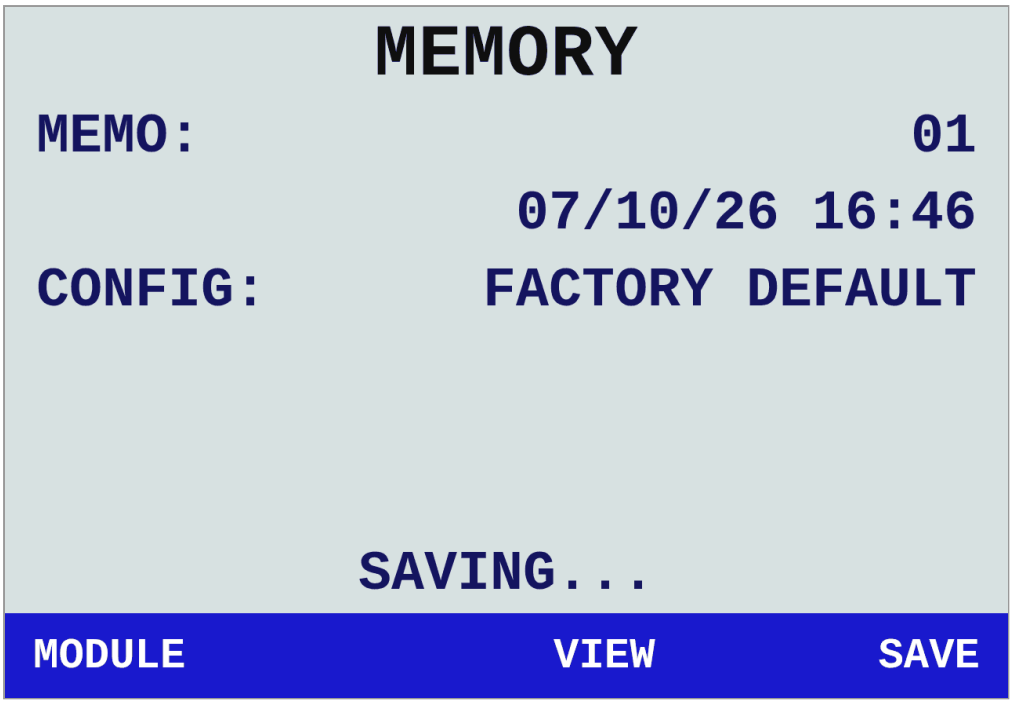
Tela MEMORY, aberta em LAST

A tela MEMORY abre mostrando **LAST**: o resultado do teste mais recente, salvo automaticamente pelo equipamento, com a data e hora em que o teste rodou. É esse dado que normalmente se quer imprimir.

7.2 Salvando o resultado em uma posição de memória

LAST é sobrescrito pelo próximo teste que rodar, e por isso não é de onde se imprime diretamente: primeiro copia-se o resultado para uma das dez posições de memória (MEMO1 a MEMO10), que ficam guardadas até serem sobrescritas de propósito. Com as setas para cima/baixo, mova o cursor de LAST até a posição desejada — por exemplo, **MEMO1** — e pressione **F4/SAVE**.

> **Salve antes de começar outro teste.** Assim que um novo teste rodar neste módulo, o LAST anterior se perde. Se o resultado que acabou de medir precisa ser mantido, salve-o numa posição MEMO ou já envie para a impressora (seção 7.4) antes de apertar START de novo. O **EVENT LOG** pede atenção redobrada: ele existe só em LAST (seção 7.3) — mesmo salvando o resto do resultado num MEMO, o log de eventos não acompanha e some assim que o próximo teste começar.

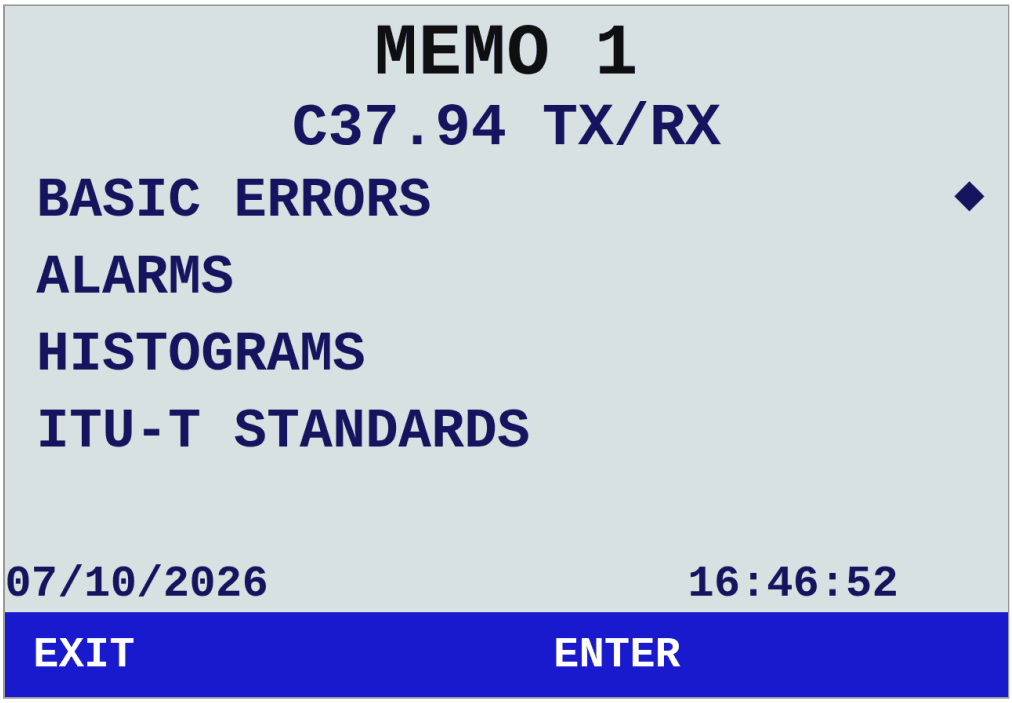


Salvando de LAST para MEMO1 — *SAVING...*

O rodapé muda conforme a linha selecionada: em LAST não há o que salvar (é a própria origem), então só aparecem MODULE e VIEW; numa posição MEMO, SAVE também aparece. Salvar numa posição que já tinha um teste guardado substitui o conteúdo anterior sem aviso.

7.3 Visualizando o resultado salvo

Com o cursor sobre a posição salva (MEMO1, no exemplo), pressione **F3/VIEW**.

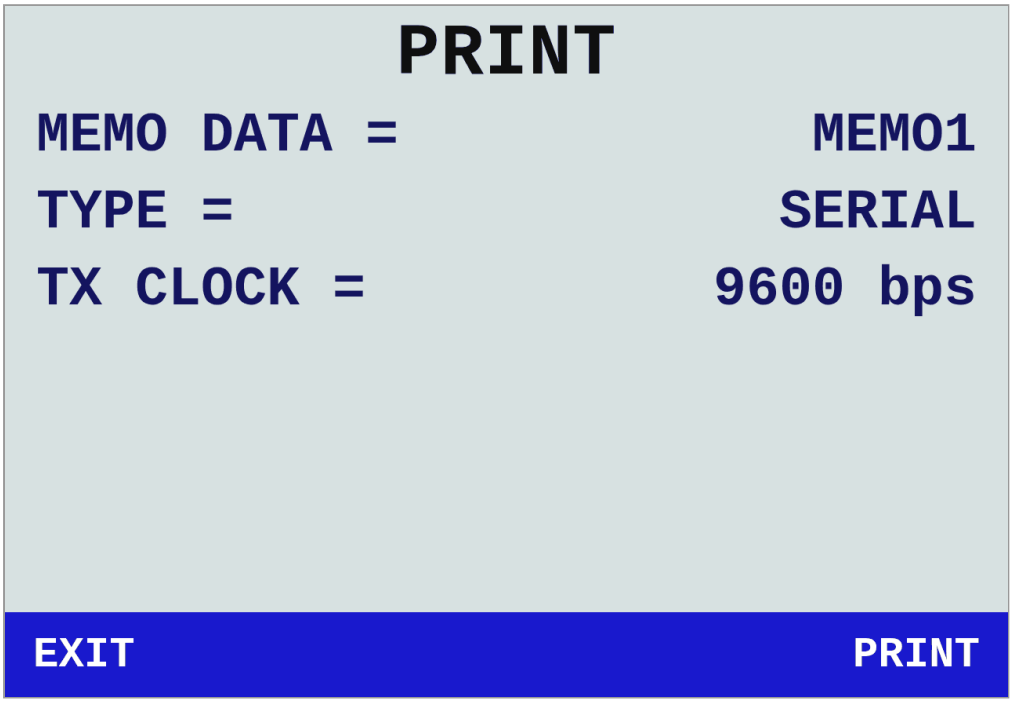


MEMO 1 — C37.94 TX/RX, menu de resultados

Abre o mesmo menu de resultados da tela RUNNING (seção 4.4), identificando o modo do teste guardado (aqui, **C37.94 TX/RX**) e a data/hora em que foi salvo. A única ausência é o **EVENT LOG**, que só existe na memória LAST — uma vez salvo em MEMO1–10, o log de eventos não acompanha.

7.4 Enviando para a impressora

Ainda dentro dos dados visualizados, a tecla física **PRINT** do teclado (não uma das F1-F4) abre a tela de configuração de impressão.



Tela PRINT

Campo	O que é
MEMO DATA	De onde vêm os dados a imprimir: LAST RESULTS ou uma das MEMO1–10. Deve apontar para a posição salva na seção 7.2 (aqui, MEMO1).
TYPE	SERIAL ou PARALLEL, conforme o cabo usado (seção 7.5).
TX CLOCK	A velocidade da porta serial, em bps. Precisa ser a mesma configurada no computador que vai receber os dados.

Com os campos corretos, **F4/PRINT** envia os dados. Os parâmetros de quadro da porta serial são fixos e não aparecem nesta tela: 8 bits de dados, sem paridade, 1 stop bit, sem controle de fluxo — só a velocidade (TX CLOCK) é ajustável.

> **Para compor um registro completo do teste** (aceitação, comissionamento ou qualquer documentação formal), vale anotar à parte, além do que a impressão já traz (Pattern, Nx64K, contadores de erro e alarmes):
>
> - Identificação do TSW200E1 usado (número de série) e versão do firmware, mostrada ao ligar o equipamento;
> - Identificação do equipamento do outro lado do enlace sob teste;
> - Data, horário e nome de quem executou o teste;

> - O **Round-Trip Delay**, se tiver sido medido (seção 6) — ele não é salvo nem impresso por este módulo, então some se não for anotado na hora;
> - O veredito final do teste e qualquer evento relevante do **EVENT LOG**, antes que ele se perca (nota acima).

7.5 A conexão física e o programa no computador

Sem uma impressora à mão, o destino mais comum da impressão serial é o próprio computador: um cabo liga a porta **REMOTE/PRINTER** do TSW200E1 (conector RJ45, no painel traseiro) à porta serial do computador (normalmente um conector **DB9**). Do lado do computador, um programa de terminal serial — como o **PuTTY** ou o antigo HyperTerminal do Windows — recebe o texto enviado pelo equipamento.

> O programa de terminal precisa ser configurado com a mesma velocidade do campo **TX CLOCK** da tela PRINT, e com o framing fixo do equipamento: 8 bits de dados, sem paridade, 1 stop bit, sem controle de fluxo. Com a porta aberta e recebendo, basta pressionar F4/PRINT no TSW200E1 para o texto do relatório aparecer na tela do computador, pronto para ser salvo em arquivo.

8. Perguntas frequentes

8.1 Qual a diferença entre Yellow Bit e Yellow Alarm?

Os dois vêm do mesmo bit 5 do octeto Header2 (seção 1.1) recebido do outro lado do enlace, mas respondem a perguntas diferentes: o **Yellow Bit** responde "como está o bit agora?"; o **YELLOW ALARM** responde "o enlace está em alarme remoto?". A diferença é o que cada um faz com essa informação antes de mostrá-la:

- O **Yellow Bit**, na tela HEADERS (seção 1.1.1), é uma fotografia crua: mostra esse bit exatamente como chegou no último quadro ímpar, sem nenhum critério aplicado. Se o bit oscilar, a leitura oscila junto.
- O **YELLOW ALARM**, nas telas ALARMS e do histograma (seções 4.4.2 e 4.5), só existe se houver alinhamento de quadro válido no momento: sem sinal, com AIS ou com perda de FAS, não há como confiar no bit recebido, e o alarme simplesmente não é declarado — mesmo que o último bit lido estivesse em 1.

Por isso é normal, e não uma contradição, ver o Yellow Bit em 1 com o YELLOW ALARM em zero: basta o enlace estar, no momento, sem alinhamento de quadro.

Com o alinhamento de quadro presente, porém, o Yellow Bit é exatamente o que alimenta o YELLOW ALARM, segundo a segundo. O caminho de um até o outro é sempre o mesmo:

1. A cada segundo de teste, o equipamento olha o Yellow Bit do quadro mais recente.
2. Se estiver em 1, soma **+1** no contador YELLOW ALARM e marca um ponto no histograma correspondente — o mesmo tratamento dado aos demais alarmes do enlace (seção 4.4.2).
3. No *primeiro* desses segundos, uma linha **YELLOW ALARM** também é aberta no EVENT LOG (seção 4.7); nos segundos seguintes, enquanto o bit continuar em 1, só o contador e o histograma seguem subindo — o log não repete a linha.
4. Assim que o Yellow Bit chega a 0 num segundo seguinte, o alarme *limpa*: o contador para de somar, o histograma para de marcar, e o EVENT LOG fecha a linha aberta com um **END YELLOW ALARM** nesse segundo.

Ou seja: o Yellow Bit é o dado bruto, renovado a cada quadro; o YELLOW ALARM é a leitura desse mesmo dado, uma vez por segundo, já traduzida em contador, histograma e um único par de linhas (início/fim) no log.

8.2 Como ler um histograma?

O eixo X é o tempo, dividido em barras do tamanho escolhido em **Histo Resolution** (minutos ou horas); o eixo Y é a contagem do evento naquele intervalo específico, não o acumulado do teste inteiro. Um cursor percorre as barras com as setas, mostrando no topo da tela o intervalo apontado e a contagem exata daquela barra.

8.3 O que é um SES (segundo severamente errado)?

SES (Severely Errored Second) é um segundo do teste classificado como gravemente ruim — muito pior do que um segundo apenas "com erro". Conta como SES o segundo em que a taxa de erro de bits for maior ou igual a 10^{-3}, ou em que houver alarme que invalide a medida daquele segundo (SIGNAL LOSS, AIS, FAS LOSS).

O limiar de 10^{-3} é relativo à taxa de bits do canal, e por isso depende do **N** configurado (seção 1.1): com N canais de 64 kbit/s, 10^{-3} da taxa equivale a N×64 bits errados naquele segundo — esse é exatamente o limiar que o equipamento usa internamente para contar SEV.ERR SEC. Em um teste com N=5, por exemplo, bastam 320 bits errados num único segundo para ele ser contado como severamente errado; com N=1, bastam 64.