

# PROFIBUS DIAGNÓSTICOS

## INTRODUÇÃO

O Profibus é um protocolo digital utilizado em sistemas de controle, que permite a conexão com interoperabilidade de diversos equipamentos e fabricantes. Possui uma série de vantagens em relação à tecnologia 4-20 mA, onde resumidamente pode-se citar, dentre outras:

- Fácil cabeamento com redução de custos;
- Simples operação, através da sala de controle;
- Aplicações em áreas classificadas;
- Altas taxas de comunicação no Profibus-DP;
- Poderosas ferramentas de configuração/parametrização e gerenciamento de ativos;
- Tecnologia aberta e em contínua evolução.

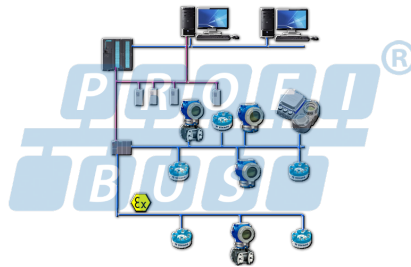


Figura 1 - Sistema Profibus

Neste breve artigo veremos detalhes sobre os diagnósticos cíclicos no Profibus.

## MECANISMO DE DIAGNÓSTICOS

Os perfis de comunicação PROFIBUS (Communication Profiles) usam um protocolo uniforme de acesso ao meio. Este protocolo é implementado pela camada 2 do modelo de referência da OSI. Isto inclui também a segurança de dados e a manipulação do protocolo de transmissão e mensagens. Esta camada 2 é chamada Fieldbus Data Link (FDL). O Controle de Acesso ao meio (MAC) especifica o procedimento quando uma estação tem a permissão para transmitir dados. O MAC deve assegurar que uma única estação tem direito de transmitir dados em um determinado momento. O protocolo do PROFIBUS foi projetado para atender os dois requisitos básicos do

Controle de Acesso ao Meio:

- Durante a comunicação entre sistemas complexos de automação (mestres), deve ser assegurado que cada uma destas estações detém tempo suficiente para executar suas tarefas de comunicação dentro de um intervalo definido e preciso de tempo.
- Por outro lado, a transmissão cíclica de dados em tempo real deverá ser implementada tão rápida e simples quanto possível para a comunicação entre um controlador programável complexo e seus próprios dispositivos de I/O's (escravos).

Portanto, o protocolo PROFIBUS de acesso ao barramento inclui o procedimento de passagem do Token, que é utilizado pelas estações ativas da rede (mestres) para comunicar-se uns com os outros, e o procedimento de mestre-escravo que é usado por estações ativas para se comunicarem com as estações passivas (escravos).

A comunicação entre mestre e escravos é feita usando-se um conjunto de telegramas: Configuração, Parametrização, Troca de Dados e Diagnósticos(veja a figura 1). Durante uma troca de dados (Data Exchange), se um escravo tem dado de diagnóstico ele responderá com o código de função FC igual a 0x0A.

| SD  | LE | LEV | SD | DA | SA | FC | DSAP | SSAP | DU... | FCB | ED |
|-----|----|-----|----|----|----|----|------|------|-------|-----|----|
| 00H | x  | x   | x  | 0x | 0x | x  | 627E | 603C | x...  | x   |    |

SD: Start Delimiter  
 LE: User Data Length + DA, SA, FC, DSAP, SSAP  
 DA: Destination Address  
 SA: Source Address  
 FC: Function Code (FC=0A Signals Diagnostic Data)  
 DU: Data Unit  
 DSAP: Destination Service Access Point  
 SSAP: Source Service Access Point  
 FCS: Frame Checking Sequence  
 ED: End Delimiter

Figura 2 - Request/Response Frame PROFIBUS-DP

No próximo telegrama o mestre requisita um pedido de diagnósticos ao escravo e este responde conforme a figura 2. Cada escravo responde com pelo menos 6 bytes mandatórios de diagnósticos e ainda pode estender esta quantidade até 244 bytes, conforme a figura 3 e 4.

|     |    |     |    |     |          |                |  |
|-----|----|-----|----|-----|----------|----------------|--|
| DP  | 14 | NIL | 6  | NIL | Request  | Data Exchange  | 10 20 30 40                                  |
| DP  | 6  | NIL | 7  | NIL | Request  | Data Exchange  | 00 00  |
| DP  | 7  | NIL | 6  | NIL | Response | Data Exchange  | 00 00  |
| DP  | 6  | NIL | 14 | NIL | Request  | Data Exchange  | 00 00 00 00                                  |
| DP  | 14 | NIL | 6  | NIL | Response | Data Exchange  | 10 20 30 40                                  |
| DP  | 6  | NIL | 7  | NIL | Request  | Data Exchange  | 00 00  |
| FDL | 7  | NIL | 6  | NIL | Response | EH             | 00 00  |
| DP  | 6  | 62  | 7  | 60  | Request  | Slave Diagnose |  |
| DP  | 7  | 60  | 6  | 62  | Response | Slave Diagnose | 00 0C 00 06 80 3F 42 02 14 01 02 01 01 0B 04 |
| DP  | 6  | NIL | 14 | NIL | Request  | Data Exchange  | 00 00 00 00                                  |
| DP  | 14 | NIL | 6  | NIL | Response | Data Exchange  | 10 20 30 40                                  |
| DP  | 6  | NIL | 7  | NIL | Request  | Data Exchange  | 00 00  |
| DP  | 7  | NIL | 6  | NIL | Response | Data Exchange  | 00 00  |

Figura 3 - O escravo seta Data High no byte FC para indicar que tem diagnóstico.

## FUNÇÕES DE DIAGNÓSTICO

As várias funções de diagnósticos do PROFIBUS-DP permitem a rápida localização de falhas. As mensagens de diagnósticos são transmitidas ao barramento e coletadas no mestre. Estas mensagens são divididas em três níveis:

- Diagnósticos de Estação: estas mensagens ocupam-se com o estado operacional geral da estação (por exemplo: alta temperatura ou baixa tensão).
- Diagnósticos de Módulo: estas mensagens indicam que existe uma falha em um I/O específico (por ex.: o bit 7 do módulo de saída) de uma estação.
- Diagnósticos de Canal: estas mensagens indicam um erro em um bit de I/O (por ex.: curto-circuito na saída 7).

Nas figuras a seguir pode-se verificar os significados dos bytes de diagnósticos:

|     |    |     |     |    |    |    |       |       |           |     |     |
|-----|----|-----|-----|----|----|----|-------|-------|-----------|-----|-----|
| SD  | LE | LEr | SD  | DA | SA | FC | DSAP  | SSAP  | Data-Unit | FCS | ED  |
| 68H | x  | x   | 68H | 8x | 8x | x  | 62/3E | 60/3C | x...      | x   | 10H |

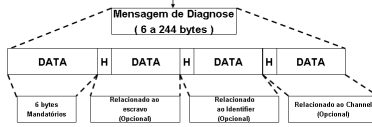
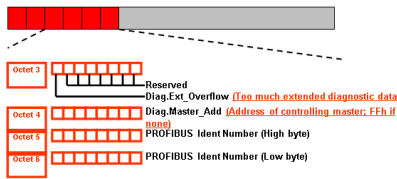
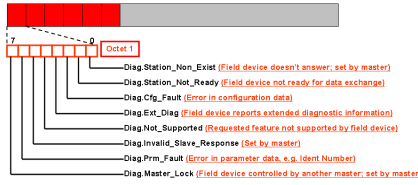
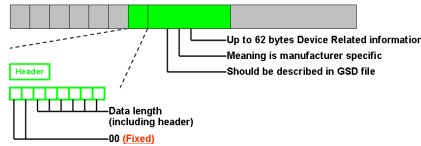


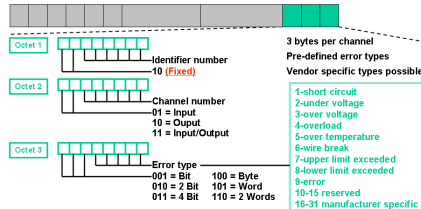
Figura 4 - Telegrama de Diagnostico



Diagnostic - Optional: Device Related



Diagnostic (continued) - Optional: Channel Related



Diagnostic Channel Related (continued) - Example

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Channel Related Diagnostic; Identifier 4 (Module 5) |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Channel 1 (=Input) with Diagnostic                  |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | Bit organized; Wire Break                           |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Channel Related Diagnostic; Identifier 7 (Module 6) |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Channel 3 (=Output) with Diagnostic                 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Word organized; Manufacturer specific code          |

□ Diagnostic Identifier Related (continued) - Example

|   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Identifier Related Diagnostic; Length = 4 Bytes  |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Identifier 0 & 6 (Module 1 & 7) with Diagnostics |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Identifier 9 (Module 9) with Diagnostics         |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Identifier 23 (Module 24) with Diagnostics       |

Figura 4 - Telegrama de Diagnóstico estendido

## DIAGNÓSTICO NO PROFIBUS-PA

A tecnologia Profibus prevê alguns mecanismos de diagnósticos durante a comunicação cíclica.

O Physical Block possui o parâmetro DIAGNOSIS que tem a informação sobre os “alertas” no equipamento (por exemplo, device not initialized, power up, factory init, hardware failure etc.). O parâmetro DIAGNOSIS\_MASK tem o diagnóstico suportado pelo equipamento.

## DIAGNÓSTICO EM EQUIPAMENTOS DE SAÍDA

No bloco de saída analógica (AO) existe um parâmetro especial de saída com a finalidade de diagnóstico para elementos de saída, como atuadores ou posicionadores de válvulas.

O parâmetro CHECKBACK é um parâmetro do tipo bitstring (somente leitura) que possui o resumo das informações principais entre o bloco funcional AO e o bloco transdutor. O CHECKBACK pode ainda ser utilizado para configuração cíclica, o que será visto posteriormente.

## DIAGNÓSTICOS (BLOCO FÍSICO)

| Bit | Mnemônico              | Descrição   |
|-----|------------------------|---|
| 0   | DIA_HW_ELECTR          | Falha de hardware: componentes elétricos.   |
| 1   | DIA_HW_MECH            | Falha de hardware: componentes mecânicos.   |
| 2   | DIA_TEMP_MOTOR         | Temperatura do motor muito alta.  |
| 3   | DIA_TEMP_ELECTR        | Temperatura elétrica muito alta.  |
| 4   | DIA_MEM_CHKSUM         | Erro de memória.  |
| 5   | DIA_MEASUREMENT        | Falha na medição.   |
| 6   | DIA_NOT_INIT           | Equipamento não inicializado.   |
| 7   | DIA_INIT_ERR           | Erro de inicialização.  |
| 10  | DIA_ZERO_ERR           | Erro de zero.   |
| 11  | DIA_SUPPLY             | Falha de fonte de alimentação.  |
| 12  | DIA_CONF_INVALID       | Configuração inválida.  |
| 13  | DIA_WARM_START         | Reinicialização em andamento (alimentado). Este bit vai para "verdadeiro" quando alimentado e será automaticamente reiniciado após 10 segundos.   |
| 14  | DIA_COLD_START         | Reinicialização em andamento (sem fonte de fábrica). Este bit vai para "verdadeiro" quando a inicialização de fábrica ocorre e será automaticamente reiniciado após 10 segundos.              |
| 15  | DIA_MAINTAINANCE       | Manutenção requerida.   |
| 16  | DIA_CHARACTER          | Caracterização inválida.  |
| 17  | IDENT_NUMBER_VIOLATION | Va para 1 durante a troca de dados cíclicos se o valor do <i>Ident Number</i> do equipamento (de acordo com o parâmetro <i>IDENT_NUMBER_SELECTOR</i> ) e o arquivo <i>OSD</i> tem diferenças. |
| 37  | EXTENSION_AVAILABLE    | Mais informações de diagnósticos estão disponíveis, de acordo com o parâmetro <i>DIAGNOSIS_EXT</i> .  |

Tabela 1 – Bits de diagnóstico.

## CHECK\_BACK (BLOCO DE SAÍDA ANALÓGICA-AO)

| Bit | Mnemônico         | Descrição  |
|-----|-------------------|--|
| 0   | CB_FAIL_SAFE      | Equipamento de campo com <i>Fail Safe</i> (falha segura) ativa.              |
| 1   | CB_REQ_LOC_OP     | Requisito operação local.  |
| 2   | CB_LOCAL_OP       | Equipamento de campo em operação local. LOCKED OUT em funcionamento.         |
| 3   | CB_OVERRIDE       | Emergência <i>override</i> ativa.  |
| 4   | CB_DIRC_DIR       | Posição de realimentação diferente da esperada.                              |
| 5   | CB_TORQUE_D_OP    | Limite de torque na direção OPEN excedido.                                   |
| 6   | CB_TORQUE_D_CL    | Limite de torque na direção CLOSE excedido.                                  |
| 7   | CB_TRAV_TIME      | Indica que o tempo de curso do atuador foi excedido.                         |
| 8   | CB_ACT_OPEN       | Atuador move-se na direção de abertura.                                      |
| 9   | CB_ACT_CLOSE      | Atuador move-se na direção de fechamento.                                    |
| 10  | CB_UPDATE_EVT     | Alerta gerado por mudança em parâmetros estáticos.                           |
| 11  | CB_SIMULATE       | Simulação de valores de processo habilitada.                                 |
| 13  | CB_CONTR_ERR      | Malha de controle (modo <i>intertempida</i> ).                               |
| 14  | CB_CONTR_INACT    | Posicionador inativo (OUT status = BAD).                                     |
| 15  | CB_SELFTEST       | Equipamento em <i>AutoTest</i> .   |
| 16  | CB_TOT_VALVE_TRAV | Indica que o limite total de curso de válvula foi excedido.                  |
| 17  | CB_ADD_INPUT      | Indica que uma entrada adicional (por exemplo, para diagnóstico) está ativa. |

Tabela 2 – Bits do parâmetro CHECK\_BACK.

## DIAGNÓSTICOS CÍCLICOS

Os diagnósticos podem ser verificados ciclicamente ou aciclicamente, através de leituras via mestre Profibus-DP classe 1 e classe 2, respectivamente.

Os equipamentos de campo Profibus-PA disponibilizam 04 bytes padrões via Physical Block. Quando o bit mais significativo do 4º byte for “1”, o diagnóstico será estendido em mais 6 bytes. Estes bits de diagnósticos estarão descritos no arquivo GSD.

Unit\_Diag\_bit é descrito no arquivo GSD do equipamento Profibus-PA.

| DIAGNÓSTICOS                  |                |                        |                            |   |  |        |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|---|--|--------|----|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                               |                |                        |                            |   |  |        |    | Physical Block |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Comprimento do byte de status | Tipo de status | Slot do Physical Block | Status Appears/ Disappears | Diag. Padrão  | Diag. Estendido (de acordo com o fabricante) |        |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 08 – Diag. Padrão             | FE             | 01                     | 01- Appears                | 4 bytes   | 6 bytes                                      |        |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| FE – Diag. Estendido          |                |                        | 02- Disappear              | Quando o bit 55 (MSB do 4º byte) for “1” o equipamento tem diag. estendido. |  |        |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bytes de Diagnóstico          |                |                        |                            |   |  |        |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Byte 1                        |                |                        |                            |   |  | Byte 2 |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bit                           | 7              | 6                      | 5                          | 4   | 3  | 2      | 1  | 0              | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
| Unit_Diag_Bit                 | 31             | 30                     | 29                         | 28  | 27   | 26     | 25 | 24             | 39 | 38 | 37 | 36 | 35 | 34 | 33 | 32 |
| Byte 3                        |                |                        |                            |   |  | Byte 4 |    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bit                           | 7              | 6                      | 5                          | 4   | 3  | 2      | 1  | 0              | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
| Unit_Diag_Bit                 | 47             | 46                     | 45                         | 44  | 43   | 42     | 41 | 40             | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 | 48 |

Tabela 3 – Diagnósticos cíclicos.

## CONCLUSÃO

Vimos através deste breve artigo as condições de diagnósticos na tecnologia Profibus e suas particularidades.

Em caso de discrepância ou dúvida, as normas, os padrões IEC 61158 e IEC 61784, perfis, guias técnicos e manuais de fabricantes prevalecem. Sempre que possível, consulte a EN50170 para as regulamentações físicas, assim como as práticas de segurança de cada área.

O conteúdo deste artigo foi elaborado cuidadosamente. Entretanto, erros não podem ser excluídos e assim nenhuma responsabilidade poderá ser atribuída ao autor. Sugestões de melhorias podem ser enviadas ao e-mail [cesar.cassiolato@vivaceinstruments.com.br](mailto:cesar.cassiolato@vivaceinstruments.com.br).

## Sobre o autor

### César Cassiolato

César Cassiolato é Presidente e Diretor de Qualidade da Vivace Process Instruments. É também Conselheiro Administrativo da Associação PROFIBUS Brasil América Latina desde 2011, onde foi Presidente de 2006 a 2010, Diretor Técnico do Centro de Competência e Treinamento em PROFIBUS, Diretor do FDT Group no Brasil e Engenheiro Certificado na Tecnologia PROFIBUS e Instalações PROFIBUS pela Universidade de Manchester.

## Referências

- Manuais Vivace Process Instruments
- Artigos Técnicos César Cassiolato
- <https://www.vivaceinstruments.com.br/>

- Material de treinamento - César Cassiolato
- Especificações técnicas PROFIBUS
- [www.profibus.com](http://www.profibus.com)