

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**VIABILIDADE DO USO DE COMUNICAÇÃO RS485 SERIAL COM  
TRANSMISSÃO DE DADOS VIA FIBRA ÓPTICA**

Área de Ciências Exatas e Tecnológicas

por

Aleksander Camargo Pustoscholoff

Marcos Antonio Benê Sanches, Prof.  
Orientador

Itatiba (SP), 06 de 2006

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**

# **CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

## **VIABILIDADE DO USO DE COMUNICAÇÃO RS485 SERIAL COM TRANSMISSÃO DE DADOS VIA FIBRA ÓPTICA**

Área de Ciências Exatas e Tecnológicas

por

Aleksander Camargo Pustoscholoff

Relatório apresentado à Banca Examinadora do  
Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia  
Elétrica para análise e aprovação.  
Orientador: Marcos Antonio Benê Sanches, Prof.

Itatiba (SP), 06 de 2006

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.1.Objetivo Geral.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.2.Objetivos Específicos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.Redes de comunicação.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.TOPOLOGIA DAS REDES.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1.Redes de Comunicação ponto a ponto.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2.Redes de Comunicação multiponto.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.REDE PROFIBUS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.COMUNICAÇÃO RS232.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.COMUNICAÇÃO RS422.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5.COMUNICAÇÃO RS485.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5.1Conversor Serial RS232/422/485.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.2.Característica da Instalação e Pinagem da Comunicação RS485.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.2.1.Características de Cabeamento.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.2.2.Cuidados com Descargas Atmosféricas.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2.2.1.Protetores do Canal RS485.....</b>	<b>19</b>
<b>3.Transmissão de Dados Via Fibra Óptica.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.A FIBRA ÓPTICA.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.1.Características da Fibra Óptica.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.2.Categorias de Fibra Óptica.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.CONVERSOR FIBRA ÓPTICA/SERIAL RS485.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.1.Características de Conversor Fibra Óptica/RS485.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.2.Especificações Técnicas.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.3.Vantagens da Instalação Via Fibra Óptica.....</b>	<b>24</b>
<b>4.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>27</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

OSI	International Standards Organization
LAN	Local Área Networks – Redes Locais
I/O	In/Out
E/S	Entrada/Saída

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comunicação Serial RS232 Simples.....	13
Figura 2: Comunicação Serial RS232 a distancia para dispositivo RS422.....	14
Figura 3: Comunicação RS232 a rede de dispositivos RS485.....	16
Figura 4: Conversor Serial RS232/422/485.....	17
Figura 5: Cabo de comunicação RS485.....	19
Figura 6: Esquema de protetor de canal RS485.....	20
Figura 7: Fibra Óptica.....	21
Figura 8: Esquema de construção de fibra óptica.....	21
Figura 9: Fibra óptica multimodal.....	22
Figura 10: Fibra óptica monomodal.....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Tabela comparativa entre as comunicações RS232 – 422.....	14
---	----

## **RESUMO**

Pustoscholoff, Aleksander. **Viabilidade do Uso de Comunicação RS485 Serial com Transmissão de Dados Via Fibra Ótica**. Itatiba, 2006. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2006.

Através do desenvolvimento deste projeto, poderemos analisar que a instalação de uma rede de fibra óptica para transmissão de dados à longas distâncias se torna segura contra interferências eletromagnéticas garantindo assim sua imunização, e esta segurança na transmissão de dados se torna necessária pois os dados serão convertidos em sinais elétricos para que o mesmo seja compartilhado com a interface de comunicação serial RS485/RS232/RS422, também podendo ser utilizado em portas de ethernet/TCP-IP de controladores, gerenciadores, remotas e microcomputadores, permitindo a interligação e comunicação destes equipamentos.

**Palavras chaves:** Comunicação Serial RS485, Fibra Óticas, Conversor.

# **1. INTRODUÇÃO**

Fibras Ópticas e Interfaces Seriais RS485/RS232/RS422 são tecnologias de comunicações e protocolos usados em automação e controle de processos industriais.

O setor de comunicação industrial conta atualmente com uma quantidade muito grande de produtos - hardware e software - e protocolos usados nas comunicações entre as plataformas de computadores e os dispositivos usados nas aplicações de automação industrial, bem como conversores de sinais elétricos em sinais ópticos e instalações de redes de fibra ópticas à longas distancias seguras.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Através do estudo da plataforma de comunicação serial RS485 e da transmissão de dados via fibra óptica para longas distancias, temos a primicia de garantir que estes dados, ao serem transmitidos, estejam protegidos e livres de interferências eletromagnéticas e descargas atmosféricas, ou qualquer ruído que possa interferir na comunicação, pois tais dados transmitidos serão analisados por um gerenciador de energia elétrica e utilidades.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

Garantir que equipamentos como gerenciadores de energia elétrica, microcomputadores, remotas e controladores se comuniquem com segurança, pois os dados que tais equipamentos irão nos fornecer, poderão servir como base de dados em projetos de gerenciamento de energia elétrica, consumo de utilidades em geral, enfim garantir a confiabilidade nas informações processadas depois de transmitidas.

- Transmissão de dados via fibra óptica para longas distancias;
- Interface Serial RS485 protocolo de comunicação em redes, proporcionando uma comunicação segura entre os equipamentos e muito utilizada em aplicações industriais;
- Analise de conversores de sinais elétricos em sinais ópticos;

## **1.2. METODOLOGIA**

Este trabalho tem como base um projeto de instalação de gerenciadores de energia elétrica e utilidades, e como estes gerenciadores tem o poder tomar decisões através de set-ups pré-selecionados, temos de garantir que os dados trocados entre estes equipamentos sejam livres de interferências e seguros, para isto buscou-se o sistema mais seguro de transmissão de dados e compartilhamento de informações, através de pesquisas em protocolos de comunicação, instalação de fibras ópticas e conversores de sinais.

## **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Estudo e comportamento do protocolo de comunicação serial RS485, transmissão de dados via fibra óptica e sua conversão de sinais ópticos em sinais elétricos, equipamentos de interação da rede de comunicação através de gerenciadores, analisadores e microcomputadores e proteção do sistema de transmissão contra descargas atmosféricas e interferências eletromagnéticas.

## **2. Redes de Comunicação**

O nome rede de computadores, redes de comunicação ou simplesmente redes passou a ser usado para os sistemas completos interligados e em sentido restrito, somente para os sistemas de comunicação, meios, interfaces, software, etc. Em virtude da ramificação das topologias de interconexão e da dispersão geográfica dos usuários interligados.

### **2.1. TOPOLOGIA DAS REDES**

As topologias das redes são uma forma de conexão e distribuição de dados dos diversos equipamentos de uma rede, sendo um item determinante em projetos. Elas podem ser:

- Ponto a ponto;
- Multiponto;

#### **2.1.1. Redes de comunicação ponto a ponto**

Compostas de uma ou diversas linhas de comunicação, com cada linha sendo associada à conexão de um par de estações. Se duas estações querem se comunicar, mas não há um compartilhamento de cabos, a comunicação é feita de modo indireto, através de uma terceira estação. Assim quando uma mensagem é enviada de uma estação a outra de forma indireta, ela será recebida integralmente por cada estação e uma vez que a linha de saída da estação esteja livre, retransmitida à estação seguinte. Esta política de transmissão é também conhecida por “store and forward”. Redes de longa distância, na maioria são do tipo ponto a ponto.

#### **2.1.2. Redes de comunicação multiponto**

Também denominadas de difusão ou broadcasting. São caracterizadas pelo compartilhamento, por todas as estações de uma linha única de transmissão. As mensagens enviadas por uma estação são recebidas por todas as outras conectadas a rede, sendo que um campo de endereço contido na mensagem permite identificar o destinatário (fig. 2.3). A maioria das redes locais e, um pequeno número de redes de longa distância são deste tipo e existe a possibilidade de se enviar uma mensagem para todas as estações ou para subgrupos de estações multicasting.

## **2.2. REDE PROFIBUS**

O PROFIBUS é um padrão aberto de rede de comunicação industrial, utilizado em um amplo espectro de aplicações em automação da manufatura, de processos e predial. Sua total independência de fabricantes e sua padronização são garantidas pelas normas EN50170 e EN50254. Com o PROFIBUS, dispositivos de diferentes fabricantes podem comunicar-se sem a necessidade de qualquer adaptação na interface.

O PROFIBUS pode ser usado tanto em aplicações com transmissão de dados em alta velocidade como em tarefas complexas e extensas de comunicação.

Através de seu contínuo esforço de desenvolvimento tecnológico, o PROFIBUS é o sistema de comunicação industrial mais bem preparado para o futuro. A Organização de Usuários PROFIBUS está atualmente trabalhando na implementação de conceitos universais para integração vertical baseada em TCP/IP.

PROFIBUS oferece diferentes protocolos de comunicação (Communication Profile): DP e FMS. De acordo com a aplicação, pode-se utilizar como meio de transmissão (Physical Profile) qualquer um dos seguintes padrões: RS-485 e Fibra Ótica.

O Perfil da Aplicação (Application Profile) define as opções do protocolo e da tecnologia de transmissão requerida nas respectivas áreas de aplicação e para os vários tipos de dispositivos. Estes perfis também definem o comportamento do dispositivo.

Os sistemas de automação e controle têm se apoiado cada vez mais em redes de comunicação, seja pela crescente complexidade dos processos industriais, pela distribuição dos equipamentos nas instalações industriais ou pela busca de melhores condições de competitividade.

Muitos dispositivos utilizados em aplicações industriais utilizam os padrões EIA RS232, RS422 ou RS485 entre os computadores. Erroneamente tem-se o conceito de que estes padrões definem protocolos de comunicação específicos. Os padrões ANSI/EIA RSxxx especificam apenas as características elétricas.

O padrão RS485 de interface serial fornece conectividade a vários dispositivos industriais, de manufatura e de aquisição de dados laboratoriais. Muitas aplicações necessitam de mais portas seriais do que as disponíveis nos PC's padrões. Em aplicações industriais muitos dispositivos,

CLP's, data loggers e módulos E/S single-point utilizam RS485 para longas distâncias.

Mas para chegarmos ao estudo do padrão RS485, precisamos entender primeiramente o padrão RS232 e também o padrão RS422, pois um complementa o outro.

### **2.3. COMUNICAÇÃO RS232**

A comunicação RS232 nada mais é que um conjunto de normas que definem comunicação serial ponto a ponto entre dois dispositivos. A norma RS232 define os níveis de tensão, a temporização, o protocolo de troca de dados e a disposição mecânica dos conectores.

O padrão RS-232, também referido como interface CCITT V.24, é uma conexão serial encontrada tipicamente em PC's. É utilizado para diversos propósitos como conexão de mouse, impressora, modem, bem como instrumentação industrial. Porém este padrão é limitado à conexão ponto-a-ponto entre a porta serial do PC e o dispositivo.

A interface RS232 tem como principal atrativo a sua implementação simples e barata, sendo disponível como padrão na maioria dos computadores atuais e antigos. As principais limitações da interface RS232 se devem ao fato da mesma operar por níveis de tensão os sinais variam de 3 a 15 volts positivos ou negativos, valores próximos de zero não são sinais válidos. O nível lógico um é definido por ser voltagem negativa, a condição de sinal é chamada marca e tem significado funcional de OFF (desligado). O nível lógico zero é positivo, a condição de sinal é espaço, e a função é ON (ligado). Níveis de sinal +-5, +-10, +-12 e +-15 são vistos comumente, dependendo da fonte elétrica disponível, sendo extremamente suscetível a ruídos, o que inviabiliza a comunicação de maneira confiável em distâncias superiores a 10 ou 15 metros. Outra limitação é que o padrão RS232 foi desenvolvido para ser uma comunicação ponto a ponto, não permitindo que mais de dois dispositivos usem a mesma "linha de dados". Podemos observar uma instalação padrão RS232 na figura [1].

Os cabos para RS-232 podem ser construídos com conectores disponíveis em qualquer loja de eletrônicos. Os cabos podem ter de 3 a 25 pinos. Cabos "Flat RJ" (cabos de telefone) podem ser usados com conectores RJ-RS232 e são os de mais fácil configuração. A razão pela qual é possível criar uma interface mínima com apenas três fios é que todo sinal RS-232 utiliza o mesmo fio terra para referência. O uso de circuitos desbalanceados deixa o RS-232 altamente suscetível a problemas devido a diferenças de potencial entre os sinais de terra dos dois circuitos. Este padrão também tem

um pobre controle dos tempos de picos e descidas do sinal, levando a potenciais problemas de comunicação.

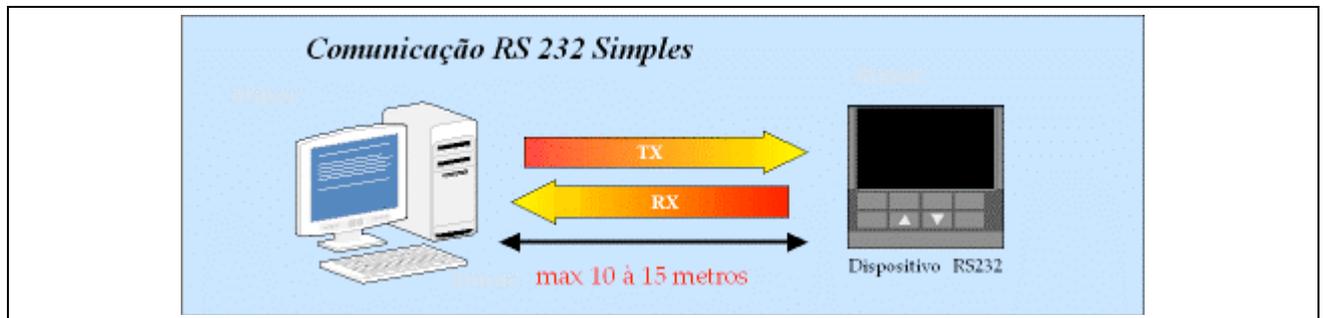


Figura 1. Comunicação Serial RS232 Simples.

## 2.4. COMUNICAÇÃO RS422

A comunicação RS422 é uma evolução do padrão RS232 e tem como principal novidade a implementação de linhas de transmissão balanceadas, o que torna a comunicação extremamente imune a ruídos, permitindo o envio de informações à distâncias de até 1200 metros de maneira extremamente confiável. O padrão RS422 é mais utilizado em comunicações ponto a ponto, embora seja possível utilizar o mesmo em pequenas redes. Para operação em rede o número máximo de dispositivos que podem ser conectados é limitado, pois cada circuito de saída RS422 pode ser ligado no máximo a 10 entradas. Também não é possível a utilização de um único par de fios para operar como "barramento" ou seja, os dados são transmitidos por uma linha e recebidos por outra.

O principal uso do padrão RS422 é para estender a comunicação RS232 a grandes distâncias, como podemos observar na figura [2], de maneira transparente ao usuário sem a necessidade de alterar programação e protocolos.

O padrão RS422 é a conexão serial utilizada tipicamente em computadores Apple Macintosh. Este padrão apresenta grande imunidade a ruído quando comparado com RS232. Isto se deve à transmissão diferencial que utiliza duas linhas para transmissão e duas para recepção.

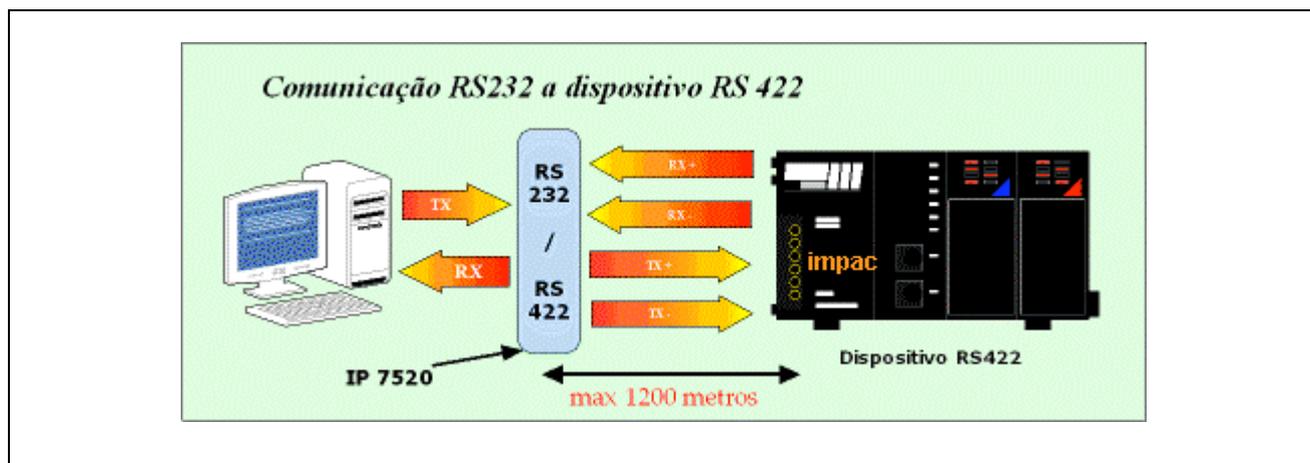


Figura 2. Comunicação Serial RS232 à distância para dispositivo RS422.

Na tabela abaixo podemos analisar um quadro comparativo entre as comunicações RS232 e RS422:

	EIA RS-232	EIA RS-422
Taxa de transmissão	19200 bps (max.)	10 Mbps (max.)
Distância de transmissão	15 m (max.)	1200 m (max.)
Processo	Desbalanceado	Diferencial
Transmissores	1	1
Receptores	1	10
Princípio	Full-duplex, ponto-a-ponto	Full-duplex, ponto-a-ponto

Tabela 1. Tabela comparativa entre as comunicações RS232 – RS422.

## 2.5. COMUNICAÇÃO RS485

A comunicação RS485 é uma evolução do padrão RS422, sendo o mesmo uma evolução do padrão RS232 e tem como principal novidade a implementação de linhas de transmissão balanceadas, o que torna a comunicação extremamente imune a ruídos, permitindo o envio de informações à distâncias de até 1200 metros de maneira extremamente confiável, tendo como principal enfoque a comunicação em rede, ou seja, com apenas um par de fios é possível se comunicar com diversos equipamentos em rede usando o mesmo barramento. Assim como o RS422, o RS485 utiliza linha de dados balanceada, bastante similar às linhas de dados da interface

RS422, logo também permite comunicação em distâncias de até 1200 metros de maneira extremamente confiável.

O padrão RS 485 é a tecnologia de transmissão mais freqüentemente encontrada no PROFIBUS. Sua aplicação inclui todas as áreas nas quais uma alta taxa de transmissão aliada a uma instalação simples e barata é necessária. Um par trançado de cobre blindado (shieldado) com um único par condutor é o suficiente neste caso.

A tecnologia de transmissão RS 485 é muito fácil de manusear. O uso de par trançado não requer nenhum conhecimento ou habilidade especial. A topologia por sua vez permite a adição e remoção de estações, bem como uma colocação em funcionamento do tipo passo a passo, sem afetar outras estações.

Expansões futuras, portanto, podem ser implementadas sem afetar as estações já em operação. Taxas de transmissão entre 9.6 Kbp/s e 12 Mbp/s podem ser selecionadas, porém uma única taxa de transmissão é selecionada para todos dispositivos no barramento, quando o sistema é iniciado.

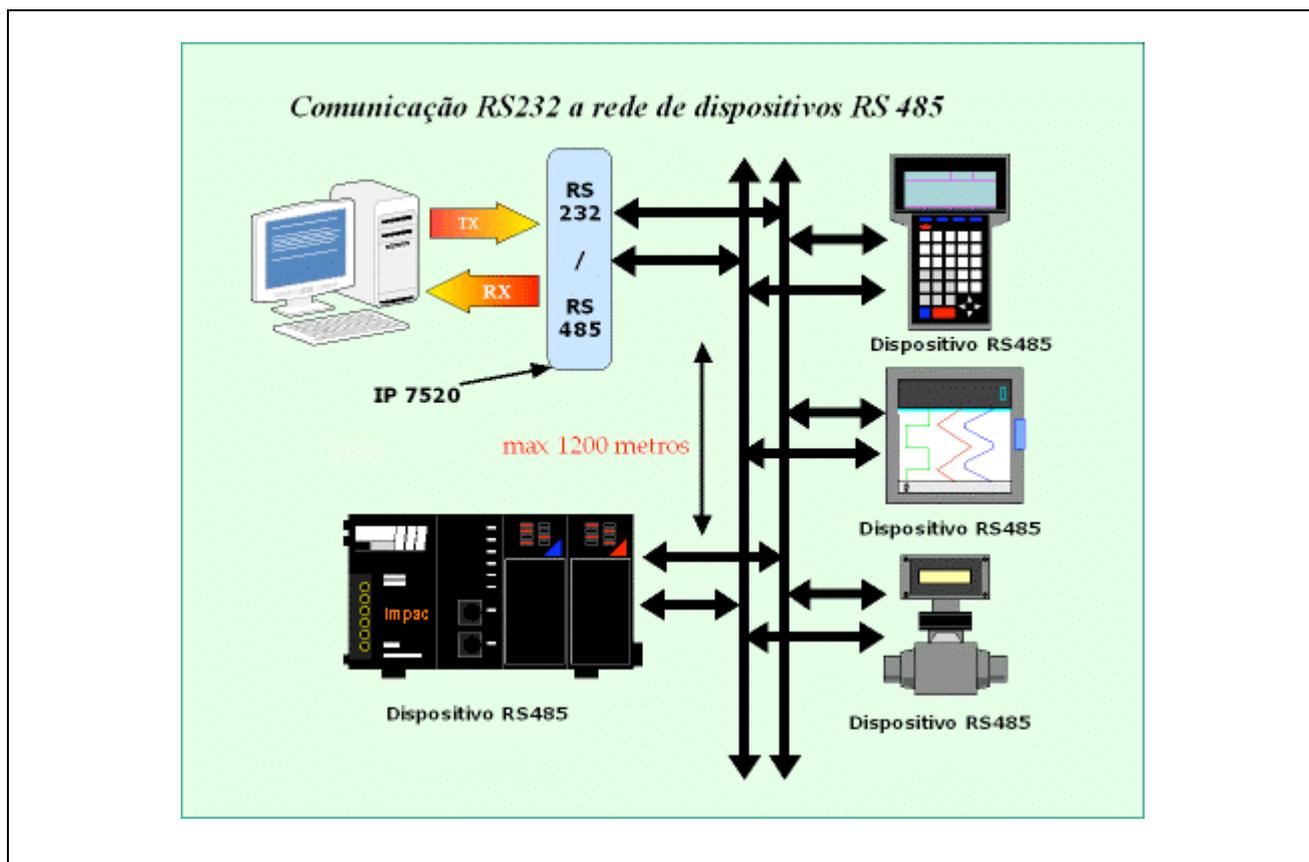


Figura 3. Comunicação RS232 a rede de dispositivos RS485.

### 2.5.1. Conversor Serial RS232/422/RS485

A comunicação RS485 permite a conexão entre gerenciadores e controladores, pois tais equipamentos possuem um padrão de porta serial e o conversor serial RS232/485 possui modulação e isolamento dos sinais de comunicação de dados entre os mesmos com porta serial RS485 e os microcomputadores do sistema, permitindo a comunicação de dados através de 2 fios nas modalidades ponto-a-ponto ou multiponto a longas distâncias, pois como fora abordado na comunicação RS232, sua principal característica é a comunicação entre PC's e seus periféricos, mas a conexão entre controladores/gerenciadores é feita pela norma RS485, daí a necessidade de converter um padrão ao outro.

Com o advento destas comunicações e sua larga escala de uso, surgiu a necessidade de fabricantes aprimorarem os conversores, graças a este crescente uso podemos contar uma vasta lista de fabricantes e suas características devem ser analisadas conforme cada projeto, como proteção contra descargas atmosféricas e principalmente a distância, alguns dados característicos de conversor podem ser analisados abaixo:

- Entrada: RS232, em 3 ou 5 fios/ Saída: RS485 (2 fios, DATA+, DATA-);
- Velocidade: “Self-Tuner” de 300 a 115200 bps;
- Distância de comunicação: até 1500 metros (256 módulos em uma mesma rede);
- Isolação: 3000Vcc;



Figura 4. Conversor Serial RS232/422/485.

### 2.5.2. Características da Instalação e Pinagem da Comunicação RS485

O padrão elétrico RS485 permite interligar até 32 dispositivos (mestres ou escravos) em rede através de uma estrutura tipo barramento linear. O sistema de comunicação baseia-se em controladores escravos tendo um mestre para comandar a rede. O mestre poderá ser um PC, rodando um sistema supervisor.

O barramento é terminado por um terminador ativo do barramento no início e fim de cada segmento. Para assegurar uma operação livre de erros, ambas as terminações do barramento devem estar sempre ativas. Normalmente estes terminadores encontram-se nos próprios conectores de

barramento ou nos dispositivos de campo, acessíveis através de uma dip-switch. No caso em que mais que 32 estações necessitem ser conectadas ou no caso que a distância total entre as estações ultrapasse um determinado limite, devem ser utilizados repetidores (repeaters) para se interconectar diferentes segmentos do barramento.

Os cabos PROFIBUS são oferecidos por vários fabricantes. Uma característica particular é o sistema de conexão rápida.

Durante a instalação, observe atentamente a polaridade dos sinais de dados (A e B). O uso da blindagem é absolutamente essencial para se obter alta imunidade contra interferências eletromagnéticas. A blindagem por sua vez deve ser conectada ao sistema de aterramento em ambos os lados através de bornes de aterramento adequados. Adicionalmente recomenda-se que os cabos de comunicação sejam mantidos separados dos cabos de alta voltagem. O uso de cabos de derivação deve ser evitado para taxas de transmissão acima de 1,5Mbp/s. Os conectores disponíveis no mercado hoje permitem que o cabo do barramento entre/saia diretamente no conector, permitindo assim que um dispositivo seja conectado/desconectado da rede sem interromper a comunicação.

Nota-se que quando problemas ocorrem em uma rede PROFIBUS, cerca de 90% dos casos são provocados por incorreta ligação e/ou instalação. Estes problemas podem ser facilmente solucionados com o uso de equipamentos de teste, os quais detectam falhas nas conexões.

### **2.5.2.1. Características de Cabeamento**

O cabo utilizado e seu comprimento máximo dependem da velocidade de transmissão para interligar os equipamentos e deverá ter características elétricas adequadas a norma elétrica RS485. A seguir são dados as características do cabo a ser utilizado:

- Bitola mínima dos condutores: 24 AWG
- Um par trançado de condutores mais um condutor dreno em contato com fita de poliéster metalizada aplicada helicoidalmente sobre os pares trançados.
- Capacitância mútua do par trançado máx. 65pF/m
- Resistência de cada condutor máx. 98 Ohms/Km

- Impedância característica ( $Z_0$ ) 120 Ohms

O cabo de comunicação ideal é o mostrado na figura:

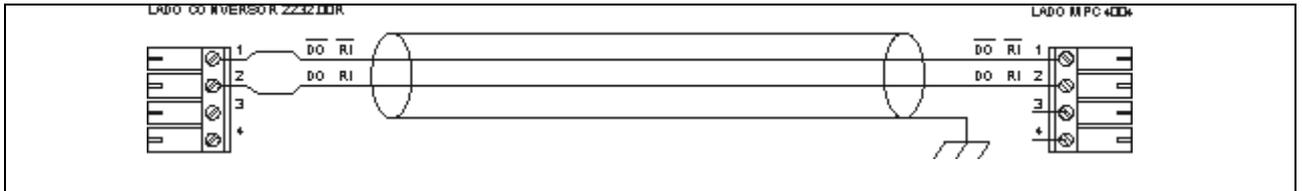


Figura 5: Cabo de comunicação RS485.

### 2.5.2.2. Cuidados com Descargas Atmosféricas

A queda de um sistema em rede pode ser causado por descarga atmosféricas que incidem nas proximidades dos equipamentos. O sintoma básico é a perda da rede em função da queima do chip da comunicação RS485, ocorrendo sem motivo aparente, pois na maioria das vezes não se detecta sinais característicos da queda de raios como a queima indiscriminada de equipamentos do tipo computadores, gerenciadores, sensores, etc.

É necessário saber que a queda de um raio nas proximidades mesmo a 1000m de distância, gera um gradiente de campo elétrico, que vai diminuindo à medida que afastamos do ponto de entrada do raio.

Este gradiente de campo elétrico que pode atingir a ordem de 10.000 V/m quando atinge o cabo de comunicação faz com que haja diferenças de potenciais acima do limite permitido para o chip de comunicação.

Para evitar este problema é recomendável a utilização de "**protetores no canal da 485**", bem como a utilização de **conversores isolados e protegidos** na interface com o computador.

#### 2.5.2.2.1. Protetores do Canal RS485

São elementos que irão diminuir o surto de tensão para valores aceitáveis do dispositivo protegido. No caso do canal RS485 este valor de tensão é da ordem de 6,8V.

Possuem internamente um conjunto de três barreiras de proteção tendo, portanto lado de entrada (linha) e saída (equipamento), como podemos observar na figura abaixo:

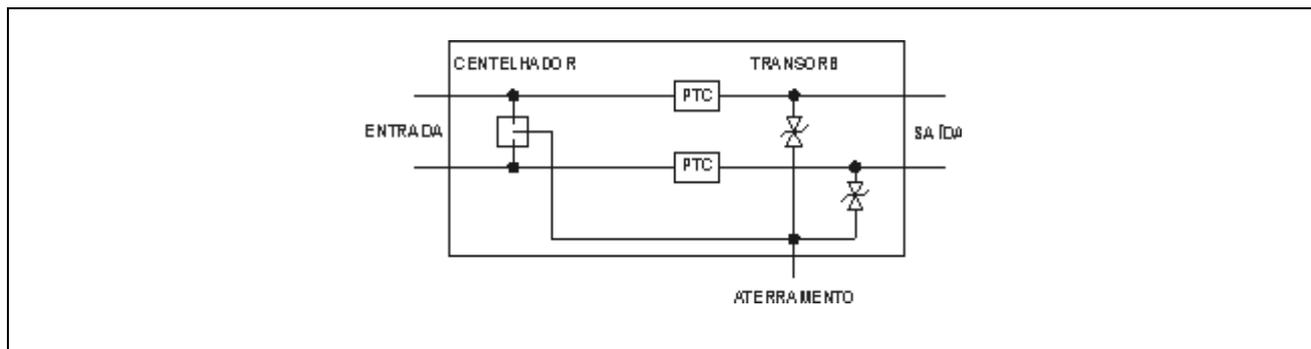


Figura 6: Esquema de protetor de canal RS485.

Em todo sistema de transmissão, a impedância do transmissor deverá ser igual a do receptor, garantindo a não existência de ondas estacionárias, tendo como efeito à falha de comunicação entre os equipamentos.

Para distâncias superiores a 100m, é recomendado à utilização do resistor de terminação.

Alguns equipamentos de comunicação e conversão já possuem este resistor de terminação, no caso analisado necessitamos de um resistor de 120 ohms, caso o equipamento não possua o resistor de terminação, ele deverá ser colocado externamente no borne do canal RS485, no último controlador da rede.

### 3. Transmissão de Dados Via Fibra Óptica

#### 3.1. A FIBRA ÓPTICA

Em 1952, o físico Narinder Singh Kapany, com base nos estudos efetuados pelo físico inglês John Tyndall de que a luz poderia descrever uma trajetória curva dentro de um material (no experimento de Tyndall esse material era água), pode concluir suas experiências que o levaram à invenção da fibra óptica. A fibra óptica é um excelente meio de transmissão utilizado em sistemas que exigem alta largura de banda, tais como: o sistema telefônico, videoconferência, redes locais (LANs), etc. Há basicamente duas vantagens das fibras ópticas em relação aos cabos metálicos: A fibra óptica é totalmente imune a interferências eletromagnéticas, o que significa que os dados não serão corrompidos durante a transmissão. Outra vantagem é que a fibra óptica não conduz corrente elétrica, logo não haverá problemas com eletricidade, como problemas de diferença de potencial elétrico ou problemas com raios. O princípio fundamental que rege o funcionamento das fibras

ópticas é o fenômeno físico denominado reflexão total da luz. Para que haja a reflexão total a luz deve sair de um meio mais para um meio menos refringente, e o ângulo de incidência deve ser igual ou maior do que o ângulo limite (também chamado ângulo de Brewster).



Figura 7: Fibra óptica.

### 3.1.1. Características da Fibra Óptica

As fibras ópticas são constituídas basicamente de materiais dielétricos (isolantes) que, como já dissemos, permitem total imunidade a interferências eletromagnética; uma região cilíndrica composta de uma região central, denominada núcleo, por onde passa a luz; e uma região periférica denominada casca que envolve o núcleo. O índice de refração do material que compõe o núcleo é maior do que o índice de refração do material que compõe a casca.

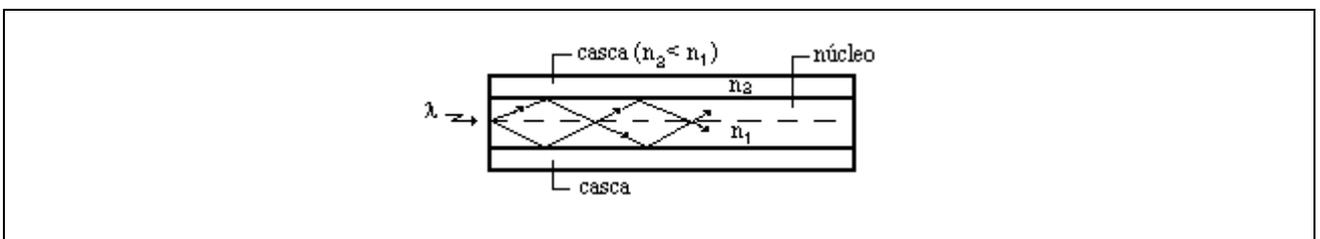


Figura 8: Esquema de construção de fibra óptica.

- **Núcleo:** O núcleo é um fino filamento de vidro ou plástico, medido em micra ( $1 \text{ mm} = 0,000001\text{m}$ ), por onde passa a luz. Quanto maior o diâmetro do núcleo mais luz ele pode conduzir.
- **Casca:** Camada que reveste o núcleo. Por possuir índice de refração menor que o núcleo ela impede que a luz seja refratada, permitindo assim que a luz chegue ao dispositivo receptor.
- **Capa:** Camada de plástico que envolve o núcleo e a casca, protegendo-os contra choques mecânicos e excesso de curvatura.
- **Fibras de resistência mecânica:** São fibras que ajudam a proteger o núcleo contra impactos e tensões excessivas durante a instalação. Geralmente são feitas de um material chamado kevlar, o mesmo utilizado em coletes a prova de bala.
- **Revestimento externo:** É uma capa que recobre o cabo de fibra óptica.

### 3.1.2. Categorias de Fibra Óptica

Existem duas categorias de fibras ópticas: Multimodais e Monomodais. Essas categorias definem a forma como a luz se propaga no interior do núcleo.

- **Multimodais:** As fibras multimodais possuem o diâmetro do núcleo maior do que as fibras monomodais, de modo que a luz tenha vários modos de propagação, ou seja, a luz percorre o interior da fibra óptica por diversos caminhos. As dimensões são  $62,5 \mu\text{m}$  para o núcleo e  $125 \mu\text{m}$  para a casca. Dependendo da variação de índice de refração entre o núcleo e a casca, as fibras multimodais podem ser classificadas em: Índice Gradual e Índice Degrau.

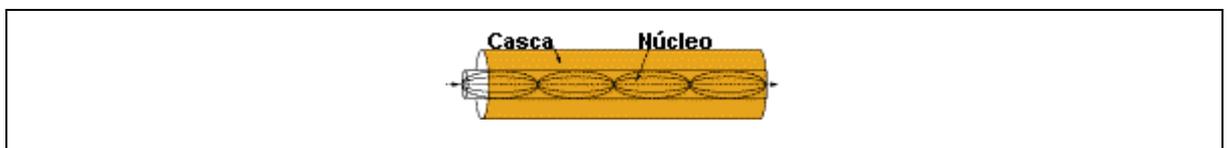


Figura 9: Fibra óptica multimodal.

- **Monomodais:** As fibras monomodais são adequadas para aplicações que envolvam grandes distâncias, embora requeiram conectores de maior precisão e dispositivos de alto

custo. Nas fibras monomodais, a luz possui apenas um modo de propagação, ou seja, a luz percorre interior do núcleo por apenas um caminho. As dimensões do núcleo variam entre 8  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ , e a casca em torno de 125  $\mu\text{m}$ . As fibras monomodais também se diferenciam pela variação do índice de refração do núcleo em relação à casca; classificam-se em Índice Degrau Standard, Dispersão Deslocada (Dispersion Shifed) ou Non-Zero Dispersion.

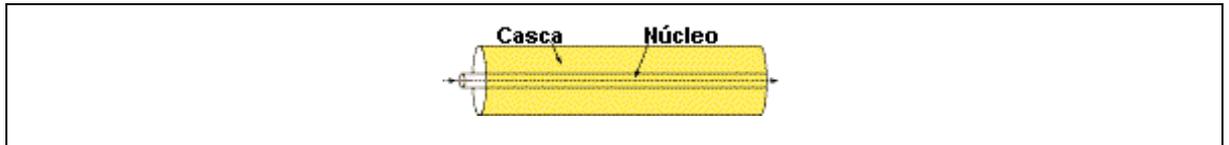


Figura 10: Fibra óptica monomodal.

### 3.2. CONVERSOR FIBRA ÓPTICA/SERIAL RS485

Para que os sinais ópticos sejam convertidos em sinais elétricos necessitamos de conversores de sinal, e esta conversão de sinal possibilita a troca de transmissões de dados entre a fibra óptica e comunicação serial RS485.

Atualmente existem vários tipos de conversores, e a escolha do produto se dá diante da necessidade de cada projeto, temos que levar em consideração distâncias, local de fixação do conversor, e principalmente quais equipamentos poderão dispor para essa troca de informação.

O Módulo Conversor de Dados via Fibra Óptica tem como função permitir a conversão de sinal digital em óptico, nos padrões RS232 ou RS485/422 (a dois fios, um único sentido, entrada apenas no transmissor) bem como a transmissão deste sinal em meio óptico (FM-FO-DM T -4K) e a recepção e conversão do sinal óptico em digital (FM-FO-DM R -4K) nos padrões RS232 ou RS485/422 (a dois fios, um único sentido, saído apenas pelo receptor).

### **3.2.1. Características de Conversor Fibra Óptica/RS485**

- A seleção da interface (RS232 ou RS485/422) é feita pelo simples posicionamento de um estribo no transmissor e um no receptor;
- É possível converter um sinal de RS485/422 para RS232 e de RS232 para RS485/422, conforme a necessidade, contanto que seja respeitado o limite de velocidade máxima do RS232 (125kbps);
- Para distâncias de até 4km (8dB de atenuação na fibra);
- Distância mínima de funcionamento de 500m, necessita de atenuação para testes em laboratório;
- Taxa de transmissão: até 1Mbps

### **3.2.2. Especificações Técnicas**

- Sinal de entrada: RS232 ou RS485/422;
- Faixas: RS232: até 125kbps e RS485/422: até 1Mbps;
- Alimentação: 12VDC- 250mA;
- Distância: até 4km(8dB de atenuação na fibra);
- Distância mínima de funcionamento de 500m, necessita de atenuação para testes em laboratório;
- Tipo de fibra: MULTIMODO 50/125  $\mu\text{m}$  – ST, entre outras\*;

\*Linha de Transmissão Óptica: Cabos ópticos 50 ou 62,5/125 $\mu\text{m}$ ; 100/140 $\mu\text{m}$ ; 200  $\mu\text{m}$  com conectores ST.

### **3.2.3. Vantagens da Instalação Via Fibra Óptica**

Elas carregam sinais luminosos invisíveis sobre finos fios de sílica e não sobre cobre. Isso significa que o sinal óptico fica dentro da fibra e não irradia sinais de radiofrequência que podem ser detectados e coletados por um sensor remoto.

Além disso, os cabos de fibra óptica são completamente dielétricos, isto é, não são feitos com materiais metálicos. Isso significa que cabos saem ou passam através de instalações de segurança são menos vulneráveis a ataques através de equipamentos de detecção.

Finalmente uma interceptação do sinal de luz indesejada, é facilmente reconhecida pela perda de potência do sinal.

A fibra óptica, utilizada como meio de transmissão de dados à longa distância, possui total imunidade, proteção e também se mostra livre de interferências eletromagnéticas.

As fibras ópticas transmitem luz com um comprimento de onda invisível ao olho humano. Portanto, nunca devemos olhar diretamente para uma fibra óptica enquanto ela estiver transmitindo, pois corremos o sério risco de ficarmos cego.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a interação com a tecnologia na transmissão de dados, pois a primícia deste se deu com a necessidade de coleta de dados e principalmente sua transmissão à longas distâncias, e assegurar que estes dados cheguem ao receptor com total segurança e sem perdas no trajeto.

Empresas em geral, podem analisar, como é o caso deste projeto, a qualidade no fornecimento de energia elétrica da concessionária conforme resolução 456 - ANEEL, e para que estes dados sejam coletados com precisão é preciso analisar desde a entrada até a distribuição da energia dentro do site de cada empresa. Geralmente a cabine de entrada de energia elétrica localiza-se próxima as ruas ou estradas, e sua distribuição dentro da empresa se dá, geralmente, em áreas determinadas Utilidades. Sendo que a distância entre a entrada de energia e suas distribuições são longas, e por este motivo, pesquisamos a melhor forma para que estes dados, de suma importância, cheguem ao seu receptor sem sofrer qualquer avaria ou erros.

A interação com novas tecnologias nos permite um profundo conhecimento, e o conhecimento, hoje em dia, torna-se um poderoso aliado na manutenção de cargos e chefias, pois o mercado exige técnico capacitado para a tomada de decisões, e tais decisões só podem ser tomadas se tivermos o maior numero de dados disponíveis, por isso mesmo temos de garantir a qualidade na transmissão, livre de qualquer interrupção eletromagnética ou descargas atmosféricas.

Aleksander Camargo Pustoscholoff

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Projeto: Instalações do Gerenciador de Energia Elétrica e Utilidades - Itautec-Philco – Relatório referente ao Estágio Supervisionado – Etapa 4 – Maio/2005.

COTRIM, A. M. B. Instalações Elétricas – Editora Makron Books – 3ª Edição.

KREDER, E. Instalações Elétricas – Editora Livros Técnicos e Científicos Editora S.ª - 10ª Edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Referências bibliográficas – NBR 6023 – Rio de Janeiro. Ago/2002

Resolução 456 – ANEEL.

PROFIBUS, Descrição Técnica. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2000.

MENDES, Manoel de Jesus. Redes Industriais de Chão de Fábrica Apostila de redes. Campinas, 1991.

IORIO, Luiz Carlos. Redes de Comunicação em Automação Industrial ênfase na solução tecnológica da plataforma PIPEFE. Unicamp, 2002.