

## COMUNICAÇÃO SERIAL (RS232) VIA LASER

**Wesley de Oliveira BARBOSA (1); Agesandro Caetano CORRÊA (2)**

(1) CEFETPA, Av. Almirante Barroso, 1155 Marco Belém PA, 3201-1763, fax 3226-9710, e-mail:

[the\\_wyruz@hotmail.com](mailto:the_wyruz@hotmail.com)

(2) CEFETPA, e-mail: [agesandro.correa@cefetpa.br](mailto:agesandro.correa@cefetpa.br)

### RESUMO

Este projeto tem o intuito do estudo da comunicação do padrão RS232 e fazer a modificação do meio de transmissão de cabos de cobre para o meio óptico com o uso de laser.

Apesar de não ser uma idéia nova, buscamos aqui verificar a funcionalidade de tal projeto e incrementar esta idéia com novos métodos baseados na eletrônica atual e quem sabe utilizar-se deste projeto, mesmo que para transmissões a curta distancia e viabilizar uma rápida e eficiente comunicação entre dois ou mais pontos em nossos laboratórios.

O projeto a seguir descreve inicialmente a comunicação de dados entre dois microcomputadores (PCs) através portas seriais (RS232), e cabos de cobre convencional.

Posteriormente foi desenvolvido um modulo transmissor/receptor composto por um laser e um foto-receptor em cada extremidade do laço de comunicação, este circuito foi adaptado ao padrão RS232 com o uso de um circuito integrado dedicado a esta função.

O protótipo foi então testado com o uso de um programa de comunicação do sistema operacional Windows (HyperTerminal) onde foi feito transmissão de dados com o uso de teclado e monitor entre dois computadores (tipo "CHAT") e também feita a transferência de arquivos de um computador para o outro nos dois sentidos. A taxa máxima de transferência de dados que se conseguiu foi de 38400 bits por segundo.

**Palavras-chave:** RS232, serial, taxa de transferência

## **1. INTRODUÇÃO**

O protocolo de comunicação RS-232 (também conhecido por EIA RS-232C ou V.24) é um padrão para troca de dados binários entre um terminal de dados (DTE de Data Terminal Equipment) e um comunicador de dados (DCE de Data Communication Equipment). Este padrão foi originalmente usado para conectar um teletipo (equipamento eletromecânico de comunicação assíncrona que já usava código ASCII) a um modem. Deste modo, foram utilizados em diversos tipos de comunicação remota, especialmente por modems. Posteriormente computadores pessoais (PCs) e outros equipamentos começaram a utilizar este padrão para comunicação com equipamentos periféricos. Neste trabalho a comunicação é feita entre dois PCs para efeito de testes.

Dentre as diferentes formas de comunicação serial, será abordado o modo de comunicação serial com 3 fios que utiliza o controle de fluxo de dados por software, conhecido por XON/XOFF. Esta forma de comunicação que é a base deste trabalho, foi modificada a parte de circuitos elétricos, onde os cabos de cobre foram substituídos por feixe de luz laser.

Inicialmente é feita uma apresentação das características elétricas do padrão de comunicação, então são apresentados os diagramas de ligação do cabo de interconexão e as respectivas características funcionais. Em seguida são apresentados: o diagrama eletrônico da interface RS232-Laser, com a descrição dos componentes utilizados e as características da montagem experimental. E por final os resultados experimentais do protótipo.

O principal objetivo deste experimento é apresentar uma alternativa de ligação de um computador com instrumentos de coleta de dados que estão situados em locais, onde a interligação entre os pontos com um cabo é praticamente impossível, porem se tem uma visada direta entre o ponto de coleta de dados e o computador. Em um caso muito especial, existe a possibilidade de interligação entre pontos com diferentes potenciais elétricos, aproveitando o isolamento elétrico que se consegue com o uso do feixe de luz Laser.

## **2. APRESENTAÇÃO DO PADRÃO RS232**

### **2.1 O padrão RS232**

O padrão RS-232 é recomendado para conexões de curtas distancias (quinze metros ou menos) a velocidade de transmissão serial inicialmente era menor que 256 kbps (em modernos equipamentos esta velocidade pode ser bem maior). Os sinais utilizados na comunicação são binários e os valores válidos variam de 3 a 15 volts para o nível lógico alto e de -3 a -15 volts para o nível lógico baixo, valores na faixa de intervalo de -3V a +3V não são considerados sinais válidos.

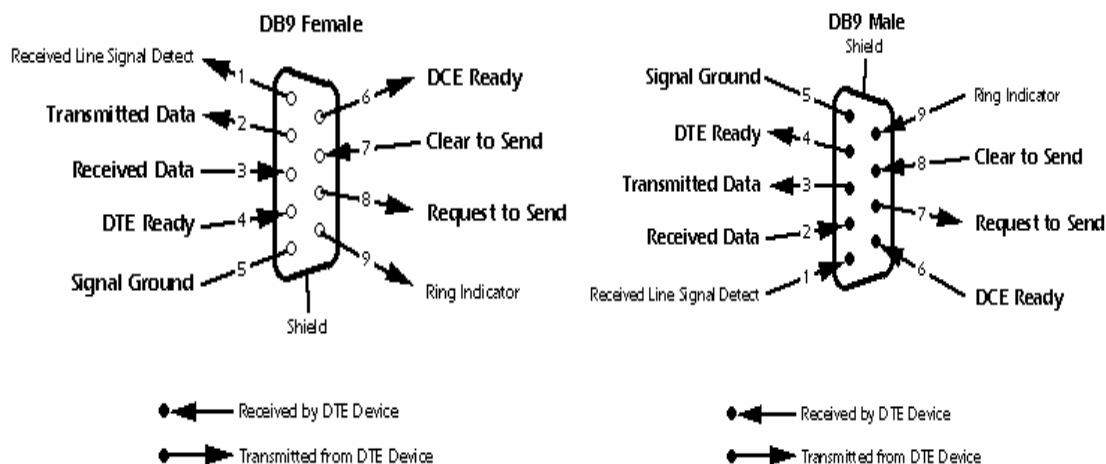
É comum encontrar níveis de sinal de +5/-5, +10/-10, +12/-12 e +15/-15 para este tipo de comunicação, pois depende da fonte elétrica utilizada no equipamento.

O padrão especifica 20 diferentes sinais de conexão, e um conector em forma de D é comumente usado (normalmente denominado DB). São utilizados conectores machos e fêmeas - geralmente os conectores dos cabos são machos e os conectores de dispositivos são fêmeas. Podem se usar conectores de 9 pinos (DB9) ou de 25 pinos (DB25), sendo mais comum o de 9 pinos. Estão disponíveis adaptadores m-m e f-f. Há também os cabos chamados "null modems" para conectar unidades utilizando-se ambos como terminais de dados (ou modems). Para configuração e diagnóstico de problemas com cabos RS-232 pode-se utilizar uma "breakout box". Este dispositivo possui um conector macho e um conector fêmea e deve ser anexado em linha. Além disso, possui LEDs indicadores do estado lógico de cada pino e meios de interconectar os pinos com diferentes configurações. Na figura 1 podemos observar a identificação de cada pino e seus respectivos sinais (Edmur Canzian).

### **2.2 Cabo de comunicação serial**

Neste projeto utilizou-se de conectores do tipo DB9, devido a menor quantidade de pinos em relação ao conector DB25 (que possui uma quantidade maior de sinais que são desnecessários nesta aplicação) que por este motivo torna mais viável e vem facilitar o trabalho conexão do terminal (microcomputador) ao módulo de transmissão/recepção.

Para este projeto utilizou-se da configuração, para cabos RS232, null-modem também chamado crossover, pois nesta configuração nos permite conectar os dois microcomputadores de forma que estes funcionem como terminais independentes.

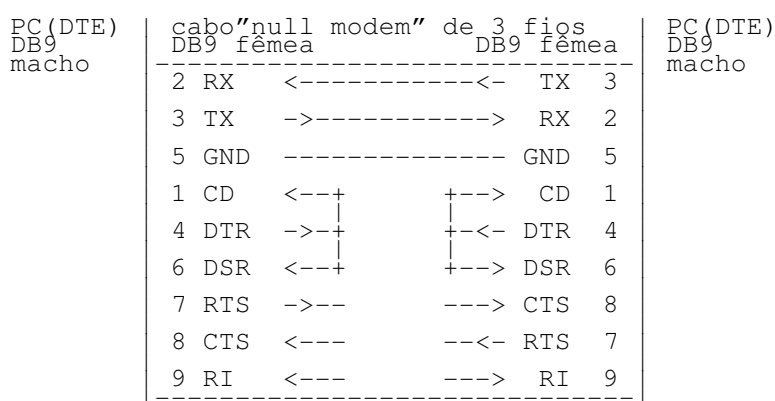


**Figura 1: conectores DB9 (macho e fêmea) e a nomenclatura de seus respectivos pinos (vista pelo lado dos pinos).**

### 2.3 Cabo “Null Modem”

Um cabo “null modem” é utilizado para conectar dois DTEs. Isto é comumente usado como um meio barato para transferir arquivos entre computadores utilizando protocolos Zmodem, Xmodem, etc. Ele também pode ser utilizado em diversos sistemas de desenvolvimento de aplicações com microprocessadores. Neste caso é utilizado um cabo “Null modem” de 3 fios, ou seja o controle do fluxo de dados é feito por software (XON/XOFF). Pode-se ter também um cabo “Null modem” com controle de fluxo de dados feito por hardware, neste caso são utilizados os sinais RTS/CTS e portanto mais dois fios são usados no cabo.

Na figura 2 é apresentado um método de conexão de um cabo “null modem” com controle de fluxo de dados por software. Apenas 3 fios são necessários (Tx/D, Rx/D e GND). A teoria de operação é razoavelmente simples. O princípio é fazer o DTE pensar que está falando com um modem. Qualquer dado transmitido do DTE deve ser recebido no outro extremo e vice-versa. O sinal de terra (SG) também deve ser conectados ao terra comum dos dois DTEs. Neste trabalho o modem será substituído pelo modulo de transmissão/recepção via laser.



**Figura 2: Esquema de cabo para comunicação serial utilizada no projeto (configuração NULL-MODEM de 3 fios)**

### 2.4 Taxa de Transferência (Baud Rate)

A taxa de transferência refere-se a velocidade com que os dados são enviados através de um canal e é medido em transições elétricas por segundo. Na norma EIA232, ocorre uma transição de sinal por bit, e a taxa de transferência e a taxa de bit (bit rate) são idênticas. Nesse caso, uma taxa de 9600 bauds corresponde a uma transferência de 9600 bits por segundo, ou um período de aproximadamente, 104 us (1/9600 s).

Outro conceito é a eficiência do canal de comunicação que é definido como o número de bits de informação utilizável (dados) enviados através do canal por segundo. Ele não inclui bits de sincronismo, formatação, e detecção de erro que podem ser adicionados a informação antes da mensagem ser transmitida, e sempre será no máximo igual a um.

### 3 O CIRCUITO DE INTERFACE RS232-LASER

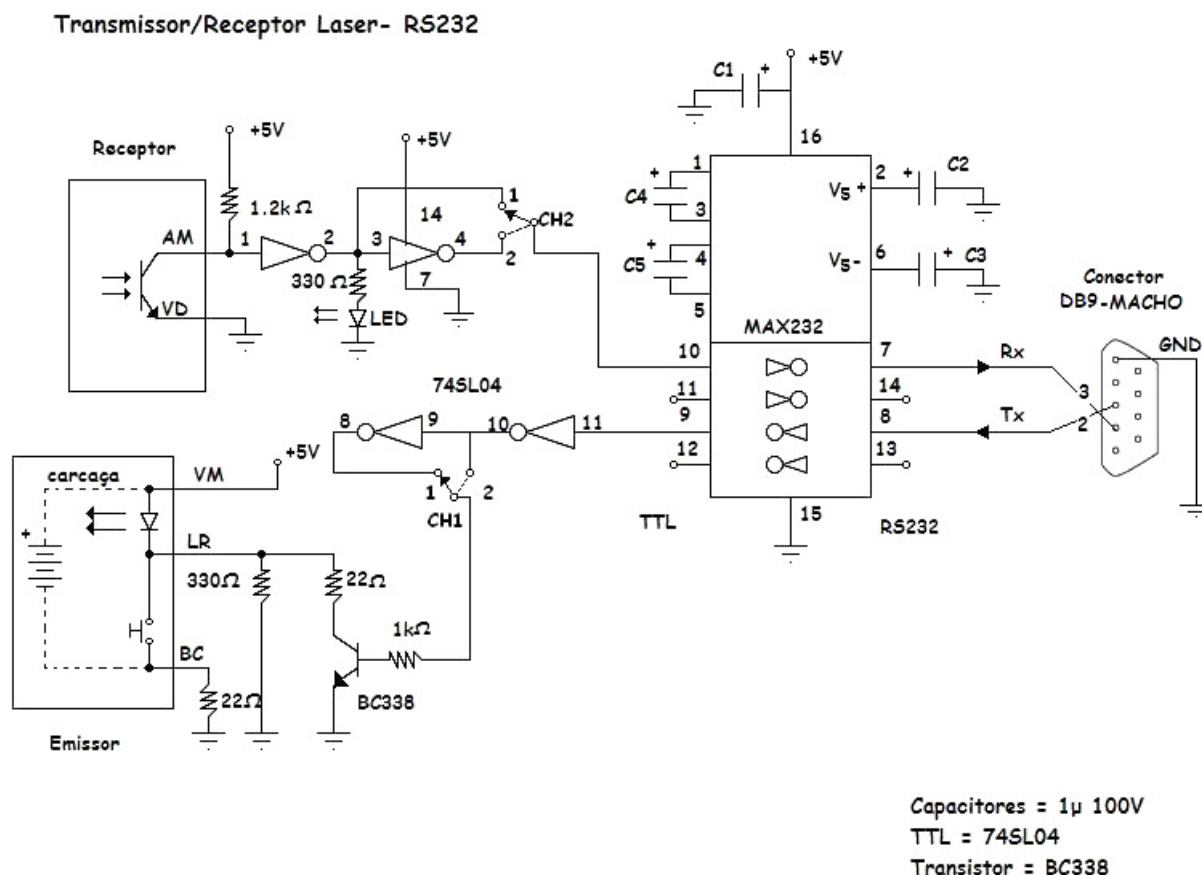


Figura 3: circuito elétrico de um módulo transmissor/receptor laser.

#### 3.1 O Receptor

O receptor é composto por um foto transistor que envia o sinal nível TTL para o MAX232, passando por dois inversores, a chave CH2 pode selecionar a inversão ou não inversão do sinal TTL. Um LED monitora este sinal de recepção. O MAX232 converte o nível TTL para RS232, note que na conversão de nível ocorre uma inversão do sinal. Conforme a necessidade pode-se inverter ou não o sinal recebido, com o uso da chave CH2. Este sinal é então enviado ao pino 3 do conector DB-9 macho do cabo de conexão interliga o módulo de transmissão/recepção ao microcomputador.

#### 3.2 O transmissor

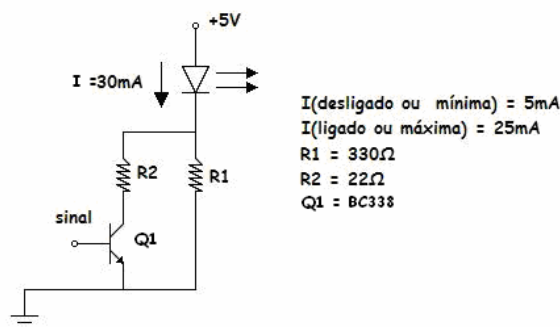
Na parte do circuito referente ao transmissor temos a caneta de apontar “laser” que é composto de um foto diodo LASER, uma chave do tipo “push button”, uma carcaça de alumínio e três baterias ligadas em serie. O terminal positivo do foto diodo está anexado a carcaça ligada no positivo das baterias, enquanto que o terminal negativo do foto emissor é ligado a chave do tipo “push button” ligada ao negativo das baterias do “laser”. Para a modulação do “laser” foram retiradas as baterias originais da caneta e feitas ligações com fios para poder fazer a modulação.

A utilização do laser necessitou de testes prévios, cujos resultados usamos para formação do circuito e são listados a seguir a alimentação máxima no diodo LASER:

$$\rightarrow I_{(\text{corrente})} = 30\text{mA}$$

$$\rightarrow V_{(\text{medida})} = 3,16\text{V}$$

Anteriormente modulávamos o laser ligado diretamente na fonte de alimentação isto provocava a súbita alternância dos níveis de voltagem no laser que variavam de +5V a 0V, provocando uma corrente inversa que danificava o foto diodo (laser), queimando-os. Para atenuar a corrente inversa e os níveis de voltagem no laser, inserimos então na entrada de alimentação do laser, resistores nos respectivos valores de  $330\Omega$  e  $22\Omega$  formando assim um divisor de corrente, gerando assim uma corrente mínima de 5mA quando o sinal na base do transistor é desligado e uma corrente máxima de 25mA quando o sinal é ligado. A figura 9 apresenta o circuito que serve para atenuar a tensão no foto-diodo emissor evitando assim sua possível queima durante os testes.

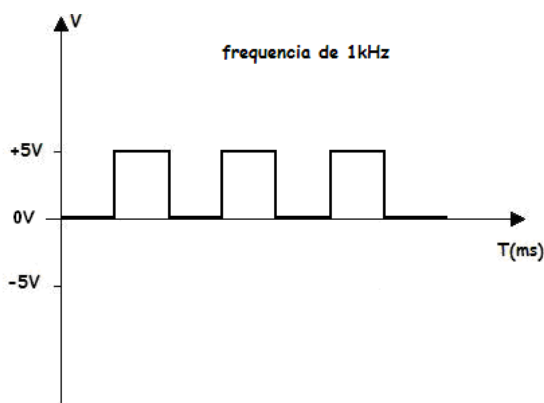


**Figura 4: divisor de corrente para atenuar a corrente no foto emissor (laser).**

Desta forma se conseguiu uma modulação em amplitude do feixe de luz laser, com resposta de até 10KHz.

### 3.3 Testes com osciloscópio

Verificar os níveis de frequências suportados pelos fotos transistor e foto receptor era essencial. Uma vez estabelecidas o exato tempo de resposta referente aos componentes fotos receptores e foto transmissores poderíamos utilizar-se dos devidas Taxa de Transferência (Baud Rate). Como este tipo de transmissão exige uma forma de onda quadrática, ou seja, níveis bem definidos de tensão níveis digitais, testamos os componentes em varias frequências e verificamos que a frequência de 1 khz a forma de onda permanecia estável, mas a partir de 10kHz o formato de onda tornava-se irregular. A figura 5 apresenta o formato de onda quadrada (sinal ideal) enquanto a figura 6 mostra o formato de onda irregular (sinal inválido).



**Figura 5: gráfico do teste de frequências níveis de tensão bem estabelecidos a 1 khz.**

O circuito do transmissor também foi feito com o uso de dois inversores TTL e uma chave CH1 para selecionar a inversão ou não do sinal de transmissão.

Desta forma as chaves CH1 e CH2 nos permitiram experimentar a melhor forma de uso do módulo transceptor LASER, observou-se que mantendo o LASER aceso enquanto a transmissão estava em repouso, facilitava a realização do alinhamento entre o transmissor e receptor.

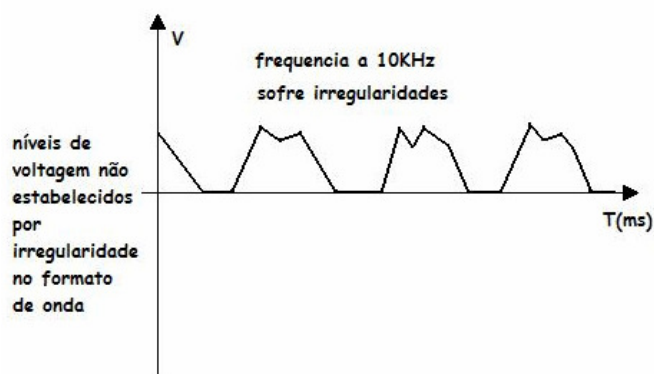


Figura 6: gráfico do teste de frequências níveis de tensão com irregularidades a 10 khz.

### 3.4 MAX232

Para a confecção deste projeto foi utilizado o MAX232 este CI proporciona a conversão ou transformação dos níveis de sinais TTL (+5V e 0V) em sinais de padrão RS232 (EIA232), ou seja, em -15V e +15V respectivamente.

Para configurar o MAX232 foi utilizado uma fonte de 5V e cinco capacitores eletrolíticos no valor de  $1\mu\text{F}/100\text{V}$ . Estes capacitores são usados para converter a alimentação de +5V em uma fonte dupla de +10V e -10V usada para alimentar o circuito RS232.

Na figura 7 (Emur Canzian) é mostrado as especificações de cada pino do MAX232.

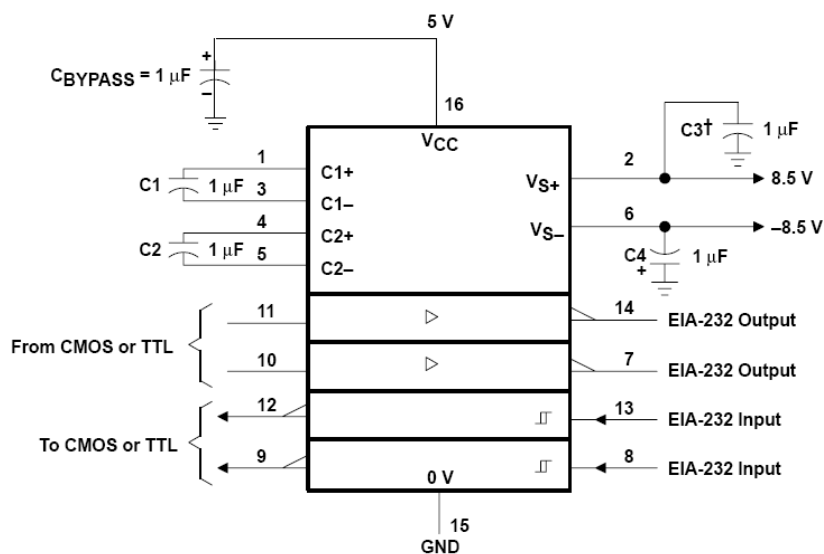


Figura 7: configuração do MAX232 semelhante à utilizada no circuito.

### 3.5 Montagem experimental

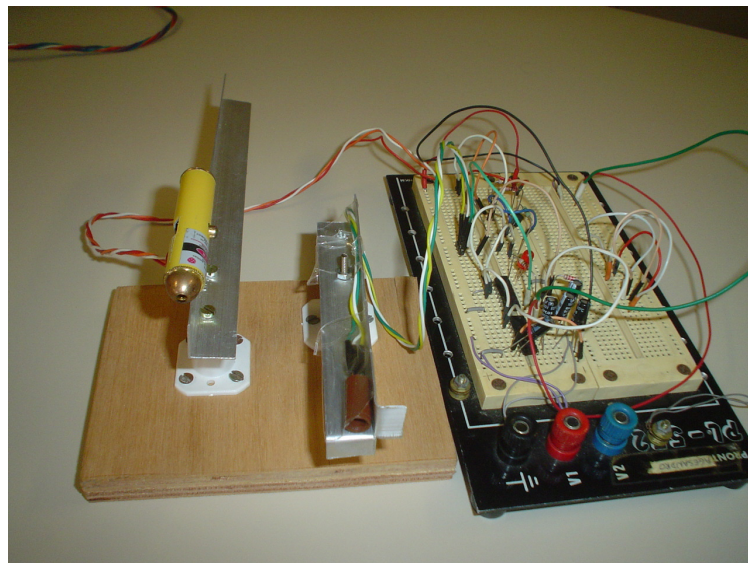
Toda confecção do circuito foi desenvolvida e realizada em uma protoboard devida a falta de recursos para a preparação de uma placa de circuito impresso de cobre, esta montagem pode ser vista na foto da Figura 8. A lista de matéria é apresentada na Tabela 1.

A fixação do laser e do foto transistor receptor foi feita em uma base articulável de fixação de sensor de presença. Esta solução apresentou alguma dificuldade no alinhamento do feixe laser com o foto receptor, mas foi possível a realização quando a distância entre os módulos não ultrapassava 4m, outra solução deve ser pesquisada para distâncias superiores.

Na Figura 9 podem-se ver os dois conjuntos transceptores alinhados um de frente para o outro.

**Tabela 1: Lista de Componentes (correspondentes a apenas um módulo)**

Componente	Valor ou modelo
Resistores	R1 = 22 $\Omega$ R2 = 22 $\Omega$ R3 = 330 $\Omega$ R4 = 330 $\Omega$ R5 = 1k $\Omega$ R6 = 1.2k $\Omega$
Transistor	Q1 = BC338
Foto transistor	Q2 = FPT 131 844
Circuito integrado (CI)	CI1 = TTL 7404 CI2 = MAX232
Capacitores	C1 = 1 $\mu$ F 100V C2 = 1 $\mu$ F 100V C3 = 1 $\mu$ F 100V C4 = 1 $\mu$ F 100V C5 = 1 $\mu$ F 100V
Foto-diodo	1 LED vermelho Caneta com laser
Fonte de alimentação	fonte de 5V



**Figura 8: Foto da montagem do circuito em Protoboard**

#### **4 INTERFACE DE COMUNICAÇÃO**

A interface utilizada foi um acessório específico do Windows que trabalha com este tipo de comunicação RS232 o HyperTerminal, nesta ferramenta estabelece-se a taxa de transferência (Baud Rate), a paridade, Bits de dados, bits de parada, controlador de fluxo, porta serial a ser usada (no caso do projeto a porta COM1). A seguir a figura na 10 temos a interface do Hyperterminal (Windows XP).

O HyperTerminal tem uma interface de texto que oferece a possibilidade de troca de textos ferramentas de troca de dados em geral assim como texto, também de arquivos, fotos, imagens, etc.

Com o projeto do módulo de transmissão/recepção terminado foi feito o teste utilizando o HyperTerminal definindo previamente todos os parâmetros para seu ideal funcionamento como definição de porta serial usada taxa de transferência começamos os testes e com sucesso. Primeiramente trocando palavras e em seguida compartilhando arquivos de foto e no formato.doc (formato de arquivo do editor de texto do Microsoft Office-Word). no qual conferimos sua evolução de transferência.



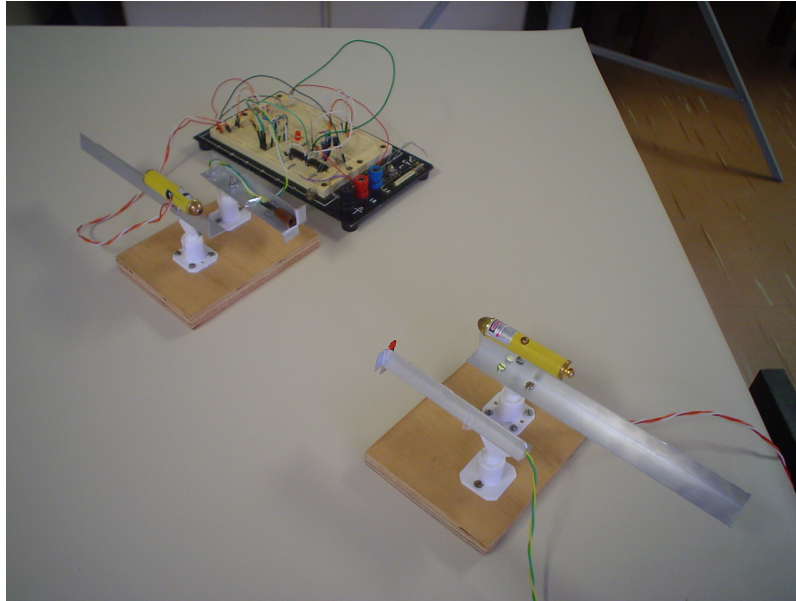


Figura 9: Alinhamento dos transmissores/receptores Laser.

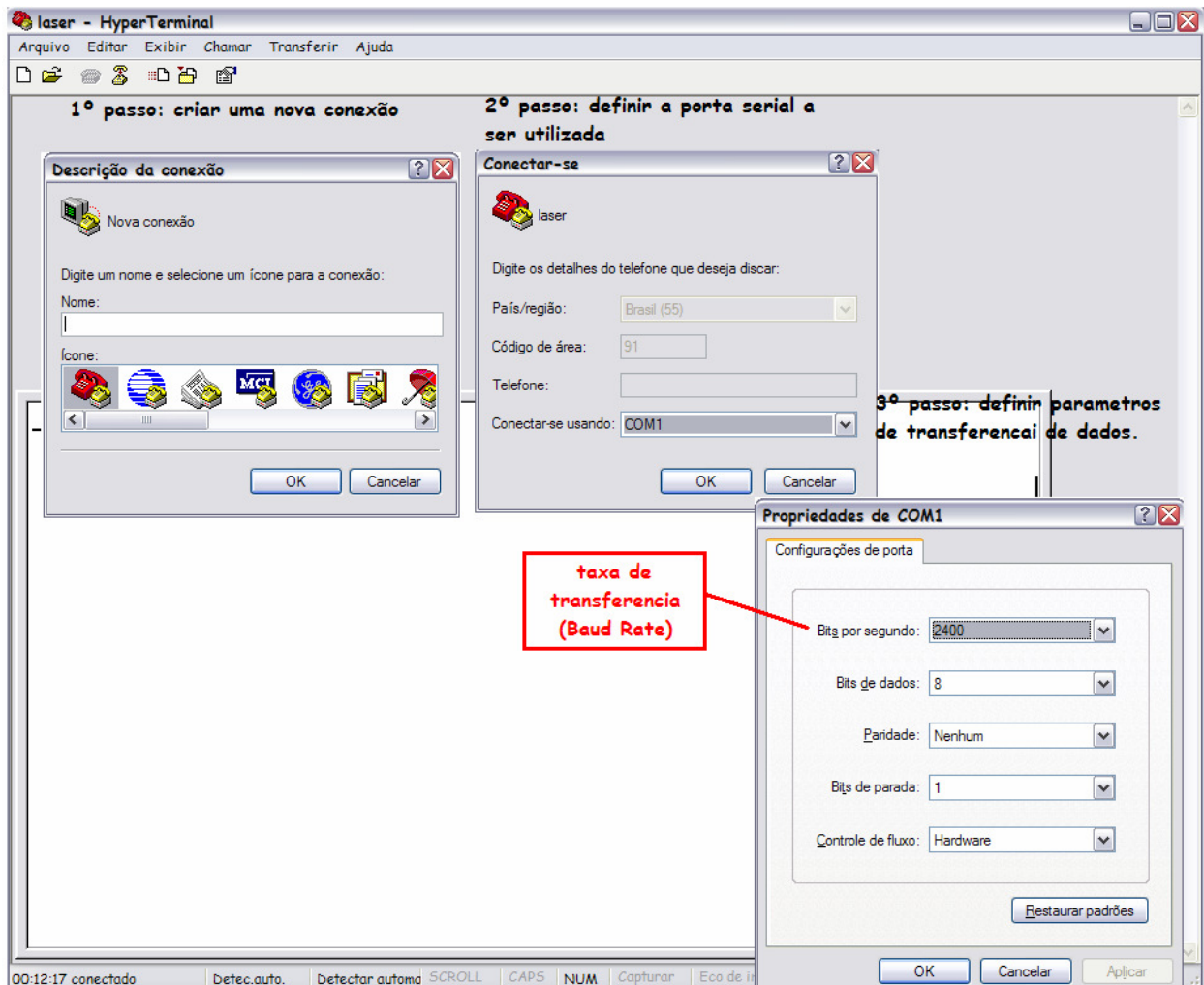


Figura 10: interface gráfica do HyperTerminal definindo parâmetros iniciais

Ainda sobre a transferência de arquivos utilizamos do mesmo documento de texto do Microsoft Office-Word, para verificar a eficiência do projeto no que se refere a transferência de dados e velocidade assim transferimos o mesmo documento no tamanho de 60kb, mas aumentando a taxa de transferência (Baud Rate) a partir de 2400 Baud Rate.





assunto além de padronizar medidas necessárias para serem registradas e catalogadas para um possível estudo futuro.

Os dados obtidos foram muitos e talvez já sirvam como estudo por parte de outros estudantes de eletrônica e outras áreas relacionadas.

Não tivemos dificuldades na implementação dos testes da interface com o uso do HyperTerminal mesmo utilizando computadores com sistemas operacionais em versões diferentes (Windows 98 e Windows XP) não se diferenciavam um do outro pois o HyperTerminal é comum aos dois sistemas sem provocar problemas de compatibilidade entre os dois terminais (microcomputadores).

## REFERÊNCIAS

<http://pt.wikipedia.org/wiki/RS-232> acessado em 26 de fevereiro de 2008

Edmur Canzian, **MINICURSO** Comunicação Serial - RS232, CNZ Engenharia e Informática Ltda.  
<http://www.cnz.com.br>, e-mail: [engenharia@cnz.com.br](mailto:engenharia@cnz.com.br).

Texas Instruments Incorporated, **Datasheets for electronics components**,  
[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Governo do Pará, Secretaria de Estado de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia – SEDECT e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará - FAPESPA pela bolsa de iniciação científica Junior.

