



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

1

# Relatório do Trabalho Prático

Mestrado integrado em Engenharia Telecomunicações  
e Informática  
Sistemas de Comunicações Óticas

10 de Janeiro de 2019

Docente  
Marcos Silva Martins

## Constituição do grupo



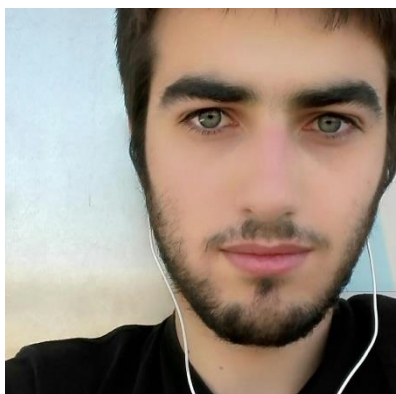
**Nome:** André Filipe Marques da Silva Machado  
**Número Mecanográfico:** A66693  
**E-mail institucional:** a66693@alunos.uminho.pt



**Nome:** Francisco Peixoto Silva  
**Número Mecanográfico:** A68491  
**E-mail institucional:** a68491@alunos.uminho.pt



**Nome:** João Pedro Pinho Costa  
**Número Mecanográfico:** A76451  
**E-mail institucional:** a76451@alunos.uminho.pt



**Nome:** Gilberto Gomes Morim  
**Número Mecanográfico:** A65214  
**E-mail institucional:** a65214@alunos.uminho.pt

# Introdução

No âmbito da unidade curricular Sistemas de Comunicações Óticas do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Telecomunicações e Informática, foi proposta a realização dum projeto que visa estabelecer uma comunicação entre dois dispositivos distintos utilizando assim comunicação ótica.

Desta forma podemos aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo deste semestre de uma forma mais prática.

O grupo desde o início despertou curiosidade pela utilização de LEDs na comunicação ótica pela sua versatilidade em diferentes ambientes e desta forma pretende descrever o desenrolar do projeto ao longo deste relatório.

# Contextualização

Nos sistemas de comunicações óticas encontra-se dois tipos de fontes óticas: LEDs e Lasers, onde apresentam as seguintes diferenças:

- Na potência luminosa os Lasers oferecem uma maior potência em relação aos LEDs. Os LEDs apresentam um intervalo de  $-7$  a  $-14$  dBm e o Laser 1dBm;
- Na largura espectral os Leds apresentam uma maior largura espectral em relação aos Lasers, o que implica uma maior dispersão material;
- Na velocidade de modulação os Leds apresentam uma menor velocidade de modulação e necessitam de circuitos menos complexos para manter uma boa linearidade em relação aos Lasers;
- No acoplamento com a fibra ótica o feixe de luz emitido pelo LED é menos concentrado do que o Laser, permitindo uma eficiência de acoplamento menor;
- Na variação de temperatura o LED é mais resistente em relação ao Laser;
- Na vida útil e degradação o LED tem um tempo de vida maior que o Laser, aproximadamente 10 vezes mais e na degradação está melhor definida que no LED.

O LED na sua forma mais simples caracteriza-se por ser uma homojunção “pn” polarizada diretamente que emite luz por uma emissão espontânea, este processo é conhecido como eletroluminescência.

Esta fonte de ótica tem como características:

- Baixa potência de saída;
- Tempo de resposta de emissão lento, que se caracteriza pelo atraso no tempo de uma aplicação de um pulso de corrente e o início de emissão de luz, fator este é definido pela limitação da largura de banda de modulação direta;
- Eficiência quântica menor em relação aos lasers.

São classificados como de emissão de superfície (*surface-emitting*) ou emissão lateral (*edge-emitting*), tendo em conta o seguinte critério: depende se o LED emite luz de uma superfície paralela ao plano de junção ou de uma borda de região de junção.

O uso do LED nas comunicações óticas é importante pois nas comunicações óticas a emissão de luz é o elemento chave para qualquer sistema de comunicações óticas e também devido às seguintes características:

- São pequenos;
- Emissão de muita luz numa pequena área;
- Pode ser modulado a enormes velocidades.

Na tabela seguinte encontra-se uma comparação do uso de LEDs com Lasers

Tabela 1 - Comparação entre LED e Laser.

Características	LED	Laser
Potencia de saída	Proporcionalmente linear à corrente	Proporcionalmente à corrente acima do <i>threshold</i>
Corrente	50 a 100 mA	5 a 40 mA
Poder acoplado	Moderado	Alto
Velocidade	Baixa	Alta
Padrão de Saída	Alto	Baixo
Largura de Banda	Moderada	Alta
Comprimento de Onda	0.66 a 1.65 $\mu\text{m}$	0.78 a 1.65 $\mu\text{m}$
Tipo de Fibra	Multimodo	Monomodo e Multimodo
Tempo de vida	Muito alto	Alto

Na imagem seguinte pode-se observar a transmissão via LED em comparação com a transmissão via Laser:

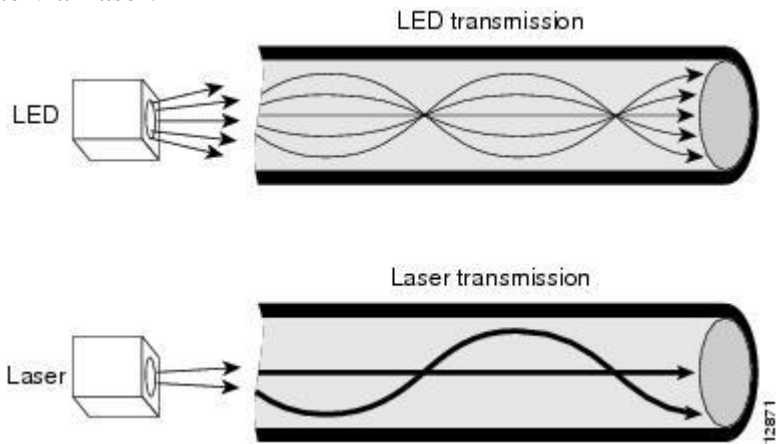


Figura 1 - Imagem LED vs Laser.

Em conclusão, depois da análise destas características o grupo optou pelo LED pois é o que apresenta uma melhor comunicação em ambientes cuja interferência visual seja maior.

# Esquemáticos do circuito

Os componentes utilizados foram os seguintes:

- Dois Arduinos Uno;
- LED de cor azul;
- Amplificadores Operacionais (LT1169);
- Fotodíodo TEMD5080X01.

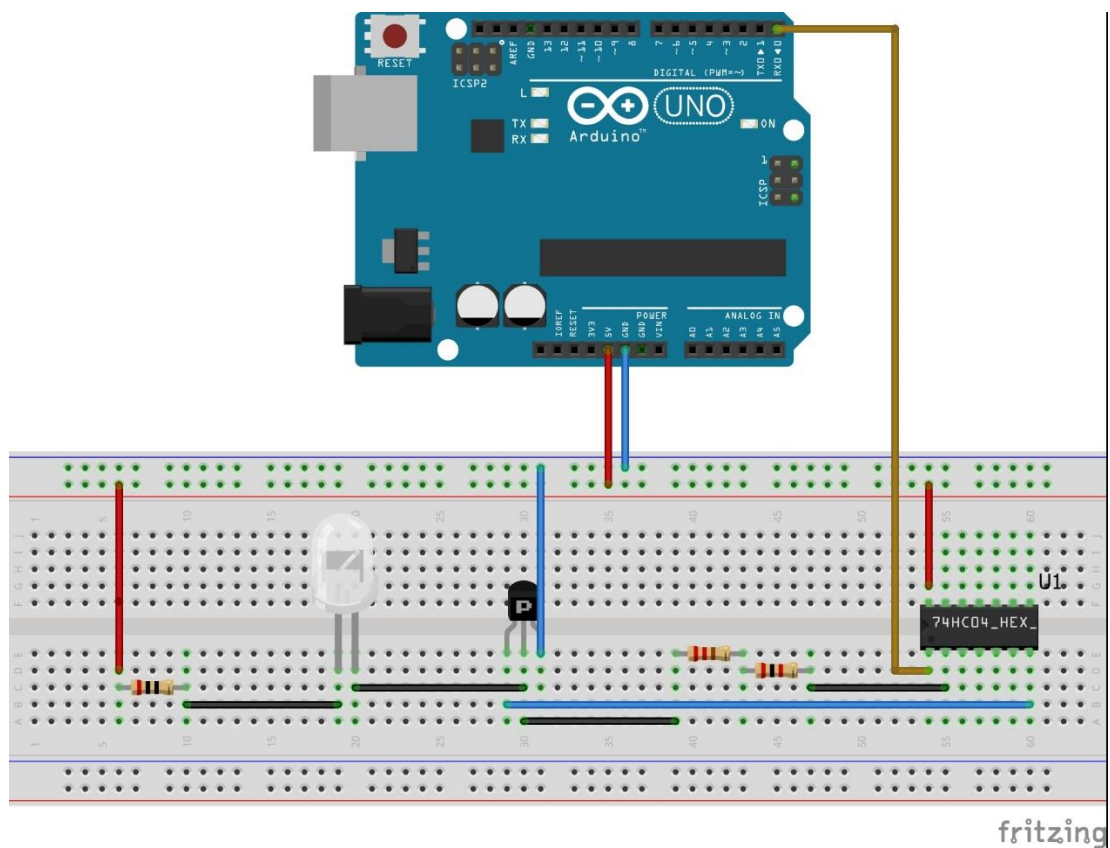


Figura 2 - Esquemático da montagem do emissor.

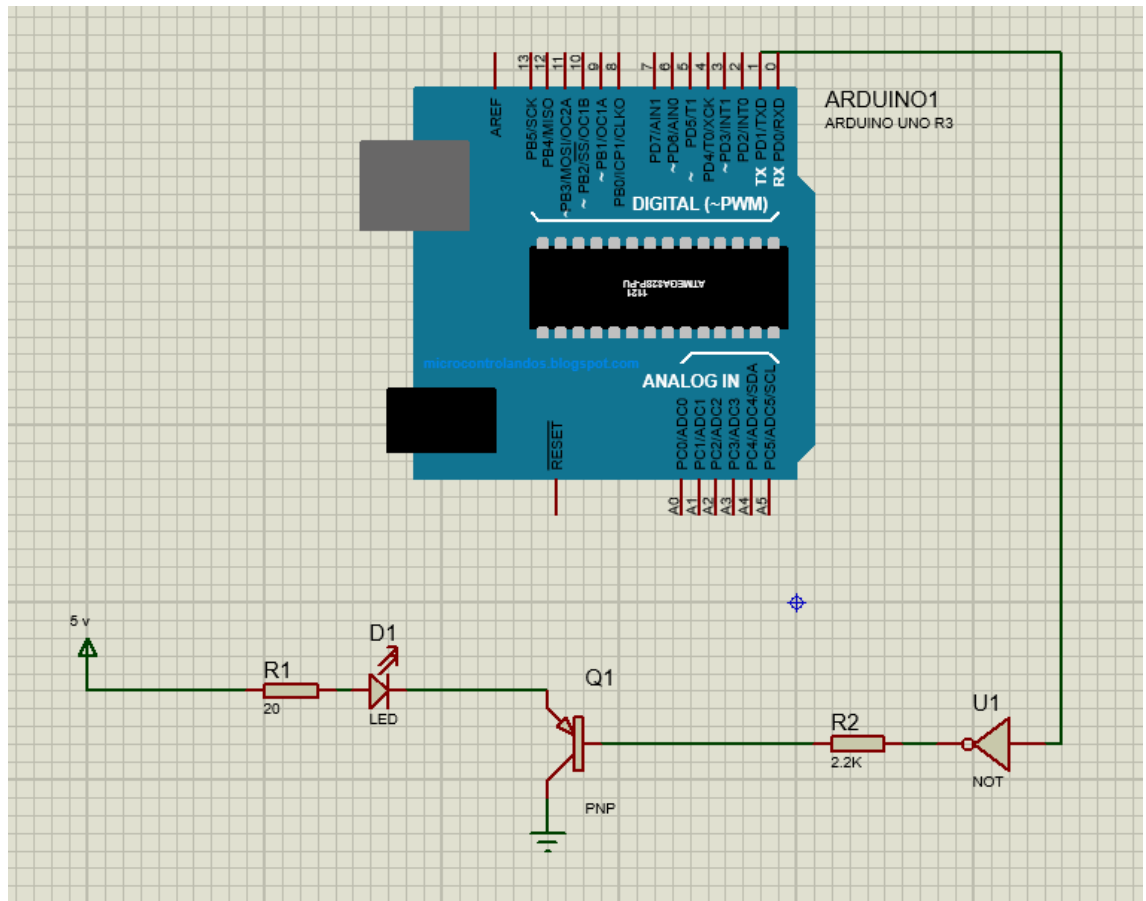


Figura 3 - Esquemático do circuito do emissor.

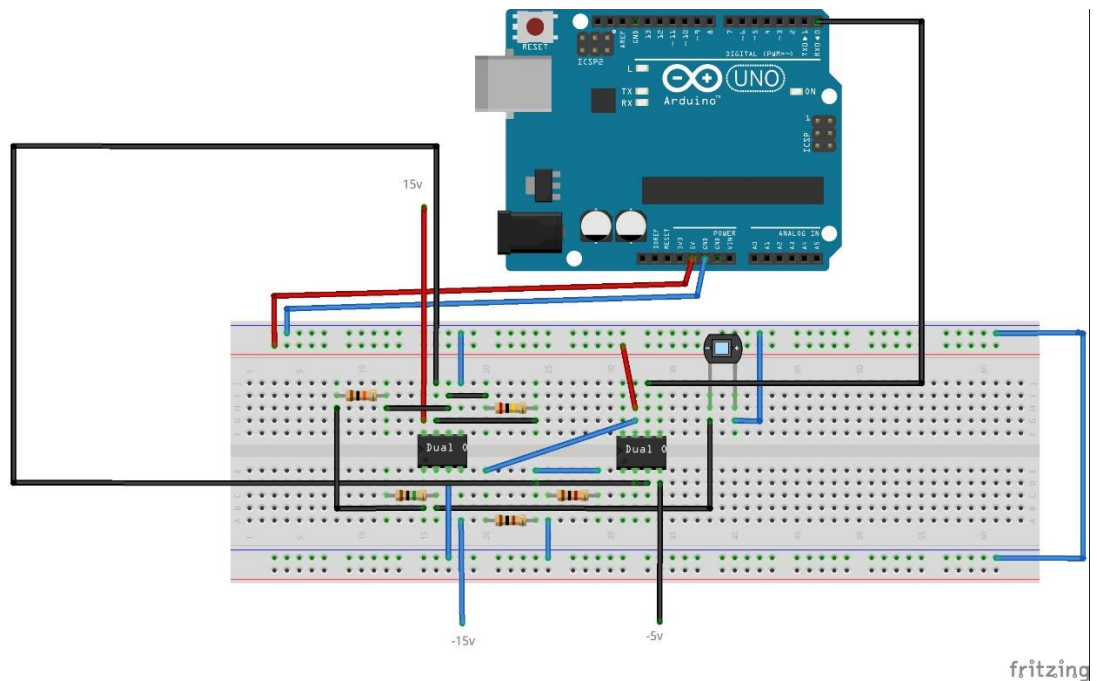


Figura 4 - Esquemático da montagem do circuito.

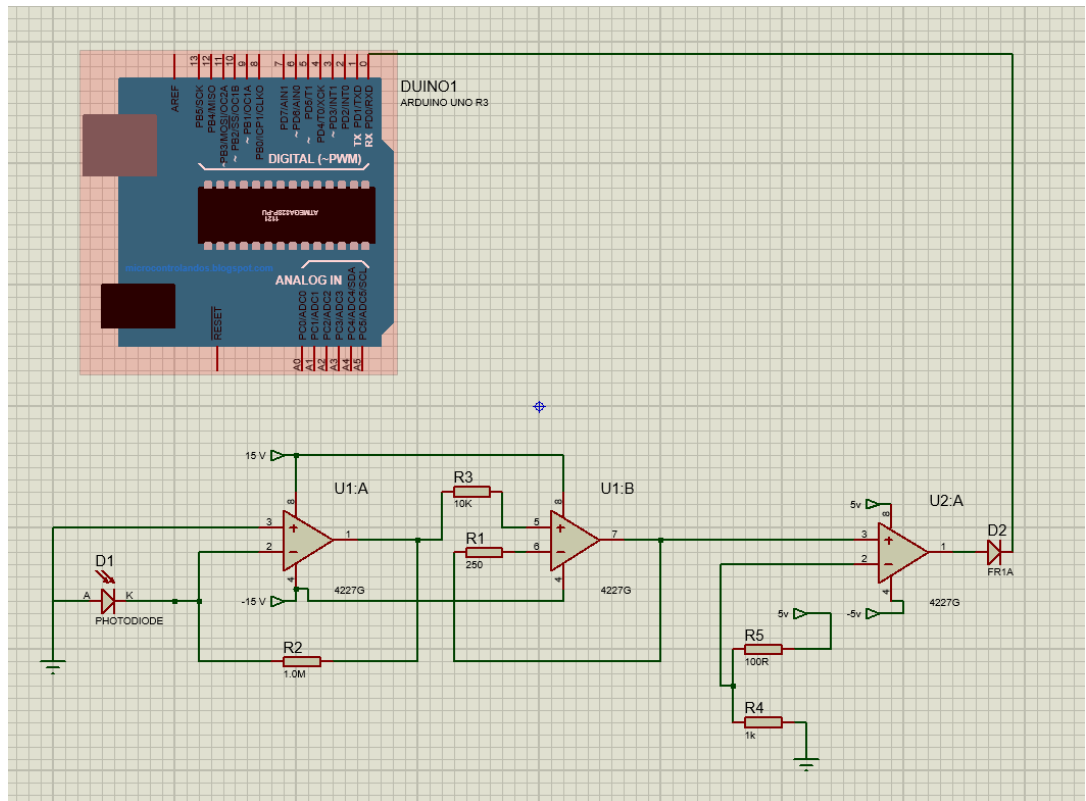


Figura 5 - Esquemático do circuito do recetor.



# Cálculos realizados

## Emissor

De forma a termos resultados credíveis do circuito, foi necessário fazer cálculos para determinar os valores de corrente e resistências a usar. Os cálculos foram os seguintes:

### Dados obtidos pelo *datasheet* do LED TEMD5080X01:

- $I_f = 50 \text{ mA}$ ;
- $V_f = 3,5 \text{ V}$ ;

### Outros dados:

- $V_{dd} = 5 \text{ V}$ ;
- $V_{pnp} = 0,7 \text{ V}$ ;

### Cálculo para R1:

- $V_{R1} = V_{dd} - V_f - V_{pnp}$ ;
- $V_{R1} \approx 1 \text{ V}$ ;
- $R_1 = \frac{V_{R1}}{I_f} = \frac{1}{50 \text{ mA}} \approx 20\Omega$ ;

### Cálculo para R2:

- $I_2 = \frac{I_f}{\beta_{trans}} = \frac{50 \text{ mA}}{100} = 0,5 \text{ mA}$ ;
- $R_2 \approx 2,2 \text{ k}\Omega$ ;

## Recetor

O dado mais destacável no recetor é o ganho. O ganho é conseguido através da razão entre as resistências.

### Ganho do Amplificador:

- $G = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{200k}{1k} = 200$ ;

# Conclusão

Para encerrar este relatório, o grupo considera que o trabalho prático foi muito interessante e bem conseguido. Mostrou ser um desafio, devido ao facto de as comunicações óticas ser um tema novo e desconhecido ao grupo.

Durante o período de desenvolvimento, o grupo se reuniu com bastante frequência de forma a produzir o melhor resultado possível. Surgiram alguns problemas relacionados com a esquematização dos circuitos, emissor e recetor, na escolha de resistências e na fase de testes, em que o grupo não estava a conseguir transmitir a informação através do LED. Contudo com o auxílio do docente, foi possível superar muitos desses problemas.

Em suma, apenas de o docente na apresentação final, apontar um erro do grupo relativo à amplificação do sinal recebido que provocava limitações na distância entre o LED e o fotodíodo, na globalidade, o grupo está satisfeito com o produto final.

# Referências

<http://treinandodwdm.blogspot.com/2013/05/a-diferenca-entre-laser-e-leds.html>

<https://pt.slideshare.net/heitorgalvao1/comunicaes-pticas-22999622>

<https://pt.slideshare.net/bhupi212/led-and-laser-source-in-optical-communication>

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst6500/hardware/Chassis\\_Installation/Cat6500/6500\\_ins/Obcabcon.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst6500/hardware/Chassis_Installation/Cat6500/6500_ins/Obcabcon.html)