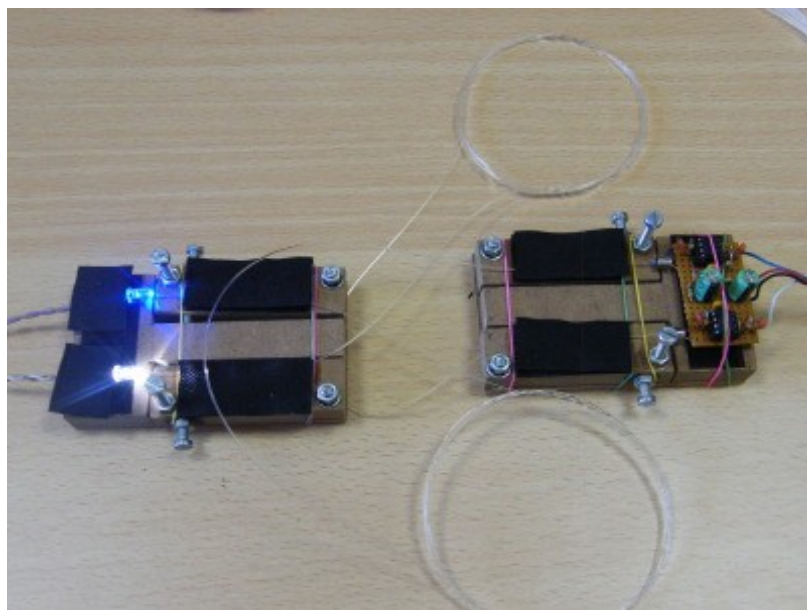


XORNADAS APEEGA 2014

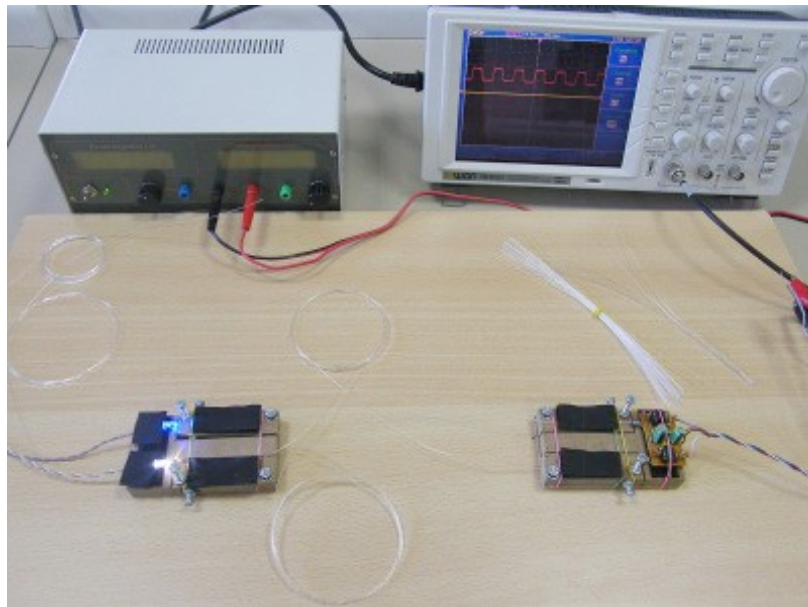
CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS PLÁSTICAS E APLICACIÓN A SENSORES E COMUNICACIONES



Javier Diz Bugarín
Departamento de Electrónica
IES Escolas Proval (Nigrán)

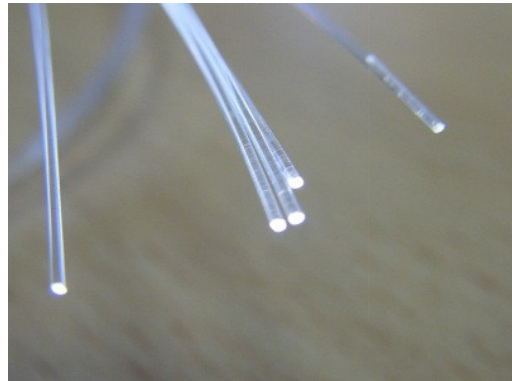
INTRODUCCIÓN

- Presentamos a etapa inicial dun sistema de prácticas con fibra óptica que se pode construír íntegramente no taller de electrónica.
- É un intento de resolver o problema de cómo facer prácticas con fibra óptica mentres non recibimos a dotación axeitada de material como fusionadoras, medidores OTDR, etc.
- Permite resolver o paso de sinal eléctrica a óptica e viceversa mediante un sistema de acoplo de fibra óptica a diodos led con axuste de 2 graos de liberdade (inicialmente).
- Integra fotodiodos amplificados e comparadores para rexenerar o sinal dixital.
- Pensado para prácticas de electrónica analóxica, dixital ou radiocomunicacións.
- Ciclos de Instalacións de Telecomunicacións e Mantemento Electrónico e outros.
- O pasado curso montamos o prototipo, neste curso deseñaremos as prácticas e as faremos cos alumnos de Radiocomunicacións (2º Mantemento Electrónico). A ver qué sae...



A FIBRA ÓPTICA DE PLÁSTICO (POF)

- Núcleo ou **core** de metacrilato (**PoliMetilMetAcrilato** ou **PMMA**)
- Recubrimento ou **cladding** dun polímero fluorado.
- Capa exterior (se a leva) de PVC.
- Poden ser de salto de índice ou de índice gradual, as máis económicas son de salto de índice.
- Diámetros 0,5 – 0,75 – 1,0 – 1,5mm e superiores.
- Poden utilizarse para comunicacións a velocidades moderadas, sensores e iluminación.
- Teñen unha elevada atenuación, polo que non son recomendables para distancias superiores a 100m.
- Aptas para luz visible e infravermella.
- Son resistentes, económicas e fáciles de manipular e conectorizar.
- Poden agruparse para aumentar a cantidade de luz e incluso transmitir imaxes.



POSICIONADO DE FIBRA. ELEMENTOS COMERCIAIS

No mercado existen moitos sistemas con varios eixos (X, XY, XYZ, etc).
Tomamos como exemplo algúns produtos da marca THORLABS:

Travel Miniature Dovetail Stages (>150 euros):

http://thorlabs.us/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=2952

T12 Series Miniature Translation Stages (>400 euros):

http://thorlabs.us/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=1909

Transimpedance Amplified Photodetectors (>250 euros):

http://thorlabs.us/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=3257

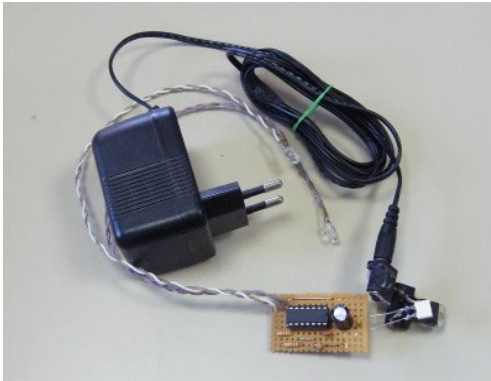
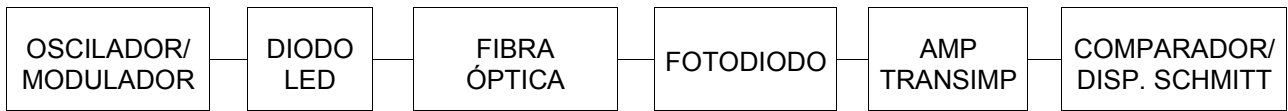
Thorlabs Fiber Launch Basic Solutions (>1000 euros):

http://thorlabs.us/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=809

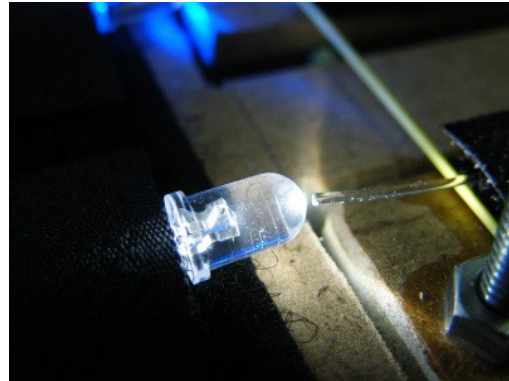


DESCRIPCIÓN DO EQUIPO

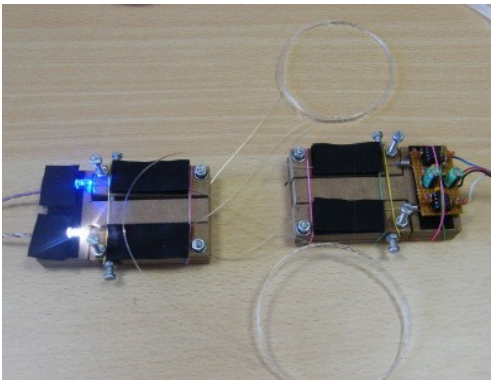
DIAGRAMA DE BLOQUES



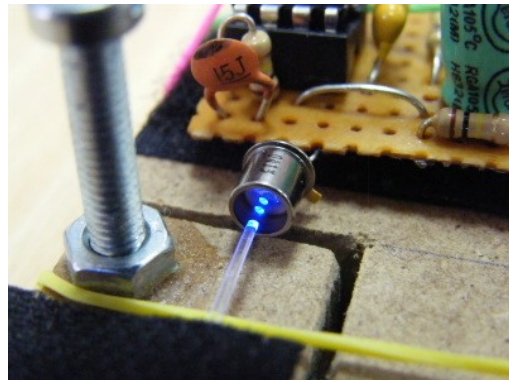
OSCILADOR



EMISOR LED



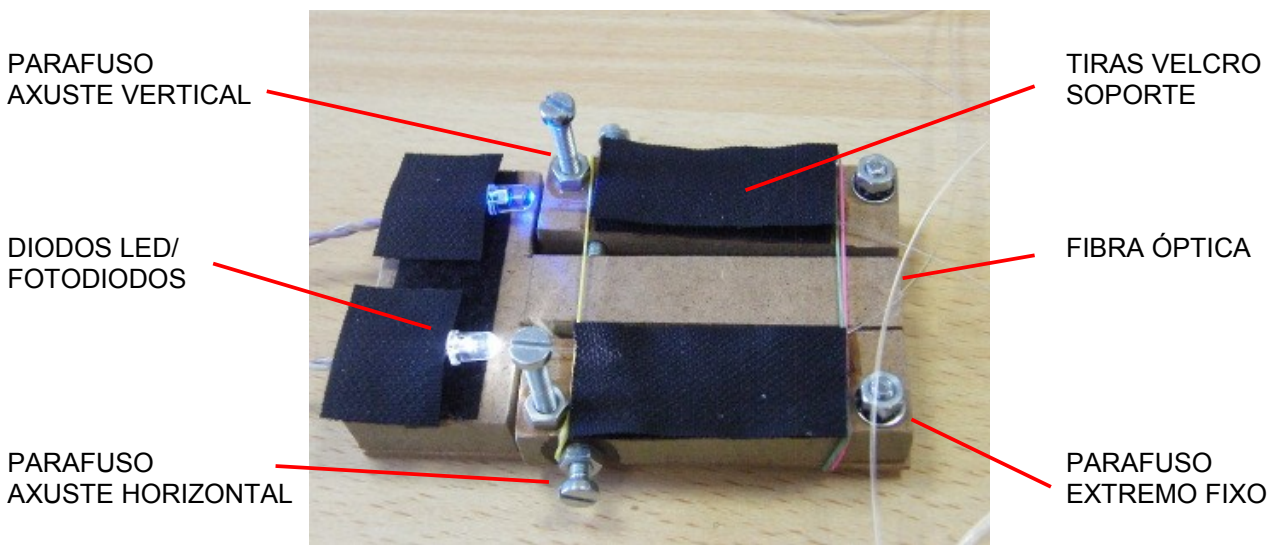
ENLACE ÓPTICO COMPLETO



FOTODIODO E AMPLIFICADOR

MESA XY PARA POSICIONADO DE FIBRA ÓPTICA

- Este elemento permite facer un aliñamento rápido entre o diodo led/fotodiodo e a fibra óptica, acadando unha boa transferencia de enerxía e evitando o uso de conectores.
- Está formado basicamente por dúas pezas rectangulares, unha móbil e outra fixa.
- Cada unha delas leva na parte superior una tira de velcro para ancorar os diodos e a fibra óptica e que se poidan quitar e poñer con facilidade.
- A parte móbil pivota sobre un extremo e leva dous parafusos de axuste que permiten desprazar a fibra óptica respecto do diodo led (ou fotodiodo) en dúas dimensións.
- A construción fáise a partir dun listón ou unha táboa da que se recortan as pezas. Mellor de tipo fenólico para que aguante a humidade. Tamén pode ser un plástico ríxido grosso (1cm aprox).
- O extremo fixo leva un parafuso e arandelas para permitir que xire lixeiramente.



MESA XY PARA POSICIONADO DE FIBRA ÓPTICA

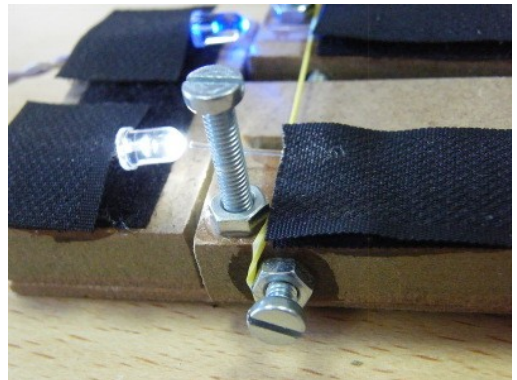
ELEMENTOS DE AXUSTE

O axuste fáise mediante un parafuso que se despraza por un furado que atravesa a peza móbil.

O parafuso pasa por unha porca que está unida ríxidamente á peza móbil.

O extremo do parafuso que está en contacto coa parte fixa do soporte fai que a peza móbil se afaste ou aproxime á fixa.

Para evitar que a peza móbil se mova libremente empréganse gomas elásticas que unen todo o conxunto.



MELLORAS PREVISTAS:

- ✓ Usar perfís rectangulares de aluminio sobre unha base tamén de aluminio
- ✓ Facer pivotar a peza móbil sobre unha bola de aceiro ou similar
- ✓ Cambiar a 4-6 eixos (axuste bidimensional nos dous extremos)
- ✓ Engadir un soporte para lentes (obxectivos de microscopio ou similares)
- ✓ Mellorar a fixación das fibras cunha peza de goma, neopreno ou similar.

ESQUEMAS ELECTRÓNICOS

OSCILADOR E EMISOR LED

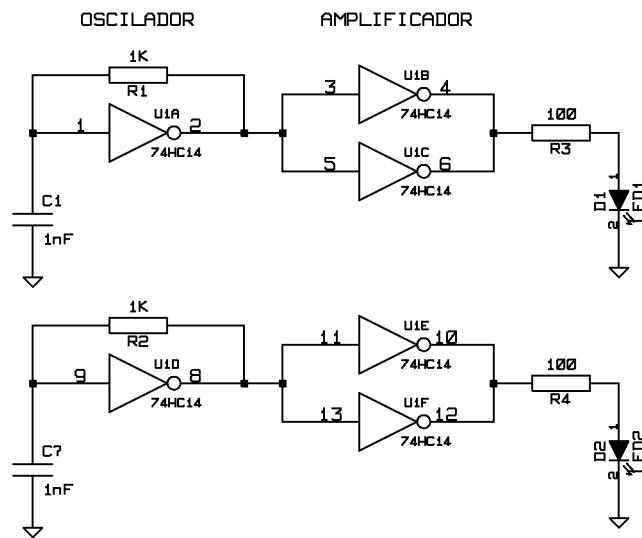
Este circuito está feito a partir de inversores TTL schmitt-trigger 74HC14.

Un dos inversores se usa para facer un oscilador dixital con rede RC.

Os mesmos inversores serven tamén para aumentar a corrente de saída que se aplica ós diodos led.

O circuito está duplicado para facer dous emisores en paralelo de diferentes lonxitudes de onda que se poden acoplar á mesma fibra ou a dúas separadas.

ESQUEMA OSCILADOR:



ESQUEMAS ELECTRÓNICOS

RECEPTOR CON FOTODIODO

Este esquema está formado por un amplificador de transimpedancia para transformar o sinal óptico dos fotodiodos en sinal eléctrico.

A continuación hai unha segunda etapa amplificadora para aumentar o nivel de saída. Non é recomendable aumentar a ganancia da primeira etapa xa que tende a oscilar.

Tensión de alimentación simple de 5V (vale unha saída usb de ordenador). Filtro LC para eliminar ruído dixital externo.

Tensión de referencia para os amplificadores a partir dun regulador de baixa caída de tensión LP2950 de 3,3V.

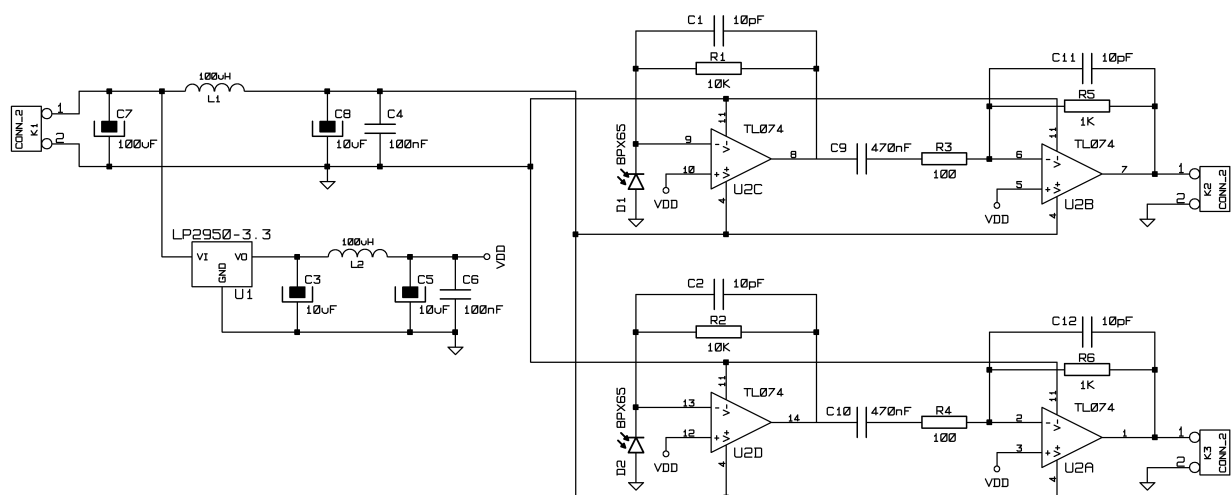
Fotodiodo BPX65 (superficie 1mm², rango visible e infravermello)

Amplificador operacional dobre TLE2072 +5V, 10MHz (tamén se pode usar o cuádruple TLE2074).

Tamén se pode usar os amplificadores TLC27x, de menor velocidade (2MHz) pero pensados para tensións baixas de alimentación (<5V) e con saída ata 0V.

Os amplificadores operacionais de uso común como TL072 non son moi axeitados para este esquema, precisarían máis tensión de alimentación e preferiblemente simétrica.

ESQUEMA DO 1º PROTOTIPO:

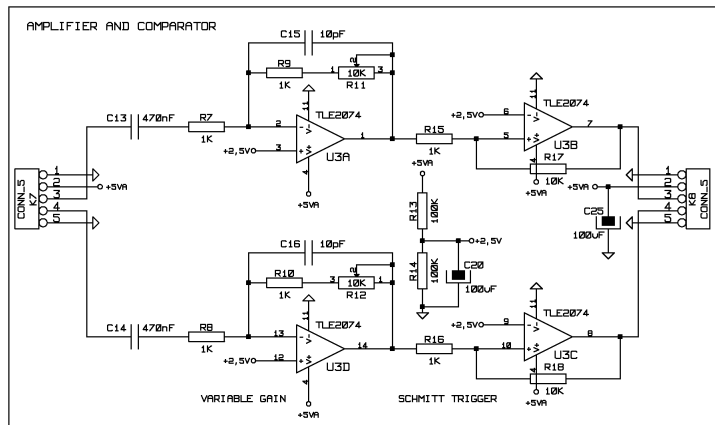
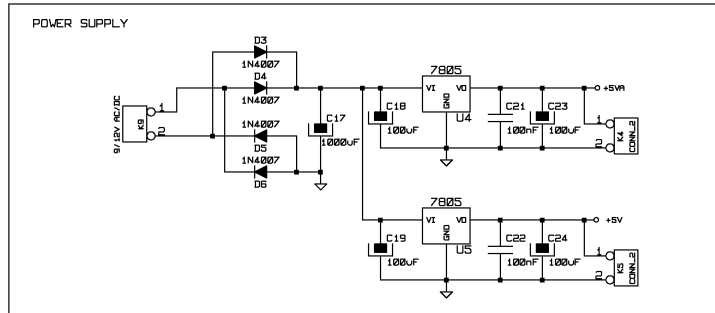
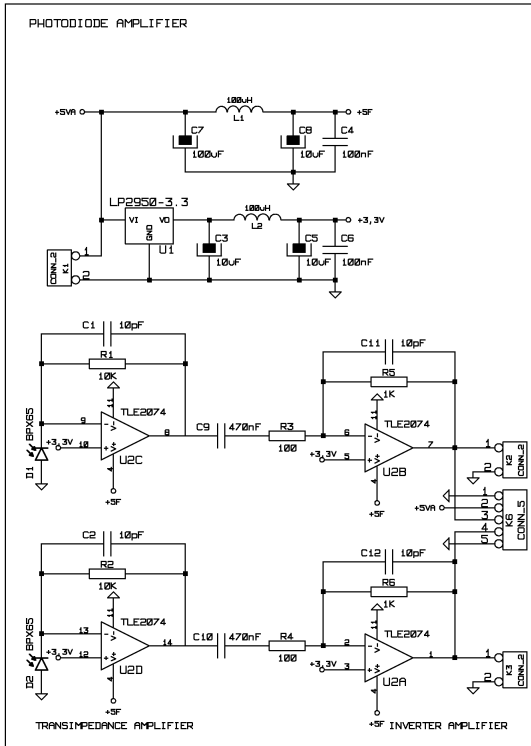


ESQUEMAS ELECTRÓNICOS

RECEPTOR CON FOTODIODO (2ª VERSIÓN)

Este segundo esquema ten máis ganancia e o circuíto de saída leva un disparador schmitt para recuperar a onda cadrada.

Tamén leva unha fonte de alimentación con rectificador e regulador de 5V para que se poida usar un transformador convencional.



PROPOSTAS DIDÁCTICAS

Construción dun mazo de fibras de plástico

Xuntar varias fibras por un extremo e aplicar calor cun soldador ata que comencen a fundirse, logo pulir. Tamén poden unirse con pegamento epoxy.

As fibras quedan libres polo extremo contrario e poden abrirse formando unha figura de pranta, lámpada, etc.

Pode facerse unha pequena montaxe eléctrica con pila ou fonte e un diodo led para iluminar as fibras.

Esta montaxe non precisa moitos coñecementos de electrónica e pode facerse con alumnos de ESO.



Construción de circuítos optoelectronicos e prácticas de FO

Con alumnos de electrónica poden montarse as placas de circuítos impreso do oscilador, modulador, amplificador de fotodiodo e tamén a montaxe mecánica do posicionador XY. Pode facerse nos módulos de C. E. Analóxicos ou Radiocomunicacións.

Serve para prácticas de caracterización de fibras ópticas: apertura numérica (NA), potencia emitida e recibida en función de distancia/ángulo incidencia, resposta dos fotodiodos con diferentes lonxitudes de onda, etc. Tamén se poden facer prácticas de conectorizado.

Aplicacions

Enlace de comunicacións de baixa velocidade.

Sensores en contornos agresivos (temperatura, humidade, produtos químicos): detector de paso por interrupción de feixe luminoso ou con espello reflector.

MATERIAIS

Fotodiodo BPX65 (10 euros en Farnell):

<http://es.farnell.com/centronic/bpx65/photodiode/dp/327451>

Amplificador operacional TLE2072 +5V, 10MHz (2 euros en Farnell):

<http://es.farnell.com/texas-instruments/tle2072cp/op-amp-dual-jfet-i-p-2072-pdip8/dp/8454736>

Amplificador operacional TLE2074 +5V, 10MHz (5 euros en Farnell):

<http://es.farnell.com/texas-instruments/tle2074cne4/op-amp-quad-jfeti-p-2074-pdip14/dp/1234901>

Fibra óptica PMMA 50x2m 0.75mm (10 euros):

<http://www.aliexpress.com/item/50pcs-end-light-plastic-optical-fiber-cables-for-light-transmitting-2m-PMMA/965629380.html>

Fibra óptica PMMA 30m 1.5mm (10 euros):

<http://www.aliexpress.com/item/Plastic-Fiber-Optic-Light-Transmission-D1-5mm-30m-Length-PMMA-Decorative-Lighting-in-Home-Pool-Free/899245651.html>

OUTROS MATERIAIS:

diodos led, resistencias, condensadores, madeira, parafusos, velcro.

REFERENCIAS

Página de wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_optical_fiber

LIBRO "Current Developments in Optical Fiber Technology", Chap. 7: "Step-Index PMMA Fibers and Their Applications":

<http://www.intechopen.com/books/current-developments-in-optical-fiber-technology/step-index-pmma-fibers-and-their-applications>

En PDF: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/43808.pdf>

Adornos con fibra óptica (glowbys): <http://www.luminence.com>