

# RESUMEN DE CONFERENCIA TERCER CONGRESO INTERNACIONAL DE METROLOGIA METROCOL 2016

## NOMBRE DEL PANEL

La Metrología, punto de convergencia para el desarrollo

## TITULO DE LA CONFERENCIA

Medición de la eficiencia de diodos emisores de luz orgánicos

## PANELISTA

Juan Carlos Salcedo Reyes

## COORDINADOR DE PANEL

Álvaro Bermúdez Coronel

## CONTEXTUALIZACIÓN

Los diodos emisores de luz orgánicos (OLED, por sus siglas en inglés) ha pasado de ser una curiosidad científica a una importante área de desarrollo tecnológico con implicaciones comerciales importantes. Como suele suceder con las tecnologías emergentes, la estandarización de protocolos de medición se ha desarrollado de forma empírica. Es así como, actualmente, la medición de los parámetros de eficiencia de OLED comerciales varían drásticamente de un laboratorio (de investigación o metrológico) a otro.

En esta charla, se plantea como la “eficiencia cuántica (QE)” se convierte en el principal parámetro característico que define la eficiencia de los OLED. Se muestra como, a partir de la definición básica de QE, se puede definir un procedimiento operacional para medir la eficiencia de OLED.

## ASPECTOS RELEVANTES

Se plantea un procedimiento para medir la eficiencia cuántica de OLED

## LOGROS

Patente relacionada con la eficiencia cuántica de OLED

## LECCIONES APRENDIDAS

No existe un protocolo establecido para medir la eficiencia de OLED

## RETOS

Establecer un protocolo de medición de la eficiencia de OLED

## CONCLUSION

Se muestra una propuesta de medición de eficiencia cuántica de OLED.

## Medición de la eficiencia de diodos emisores de luz orgánicos (OLED)

**Juan Carlos Salcedo Reyes, Ph.D.**

Profesor Asociado

Grupo de Películas Delgadas & Nanofotónica (GPD&NF)

Departamento de Física

Pontificia Universidad Javeriana

Cr. 7 No. 43-82. Ed. 53, Lab. 402b

Bogotá, Colombia

salcedo.juan@javeriana.edu.co

# CONTENIDO

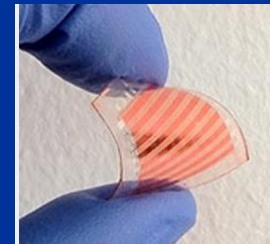
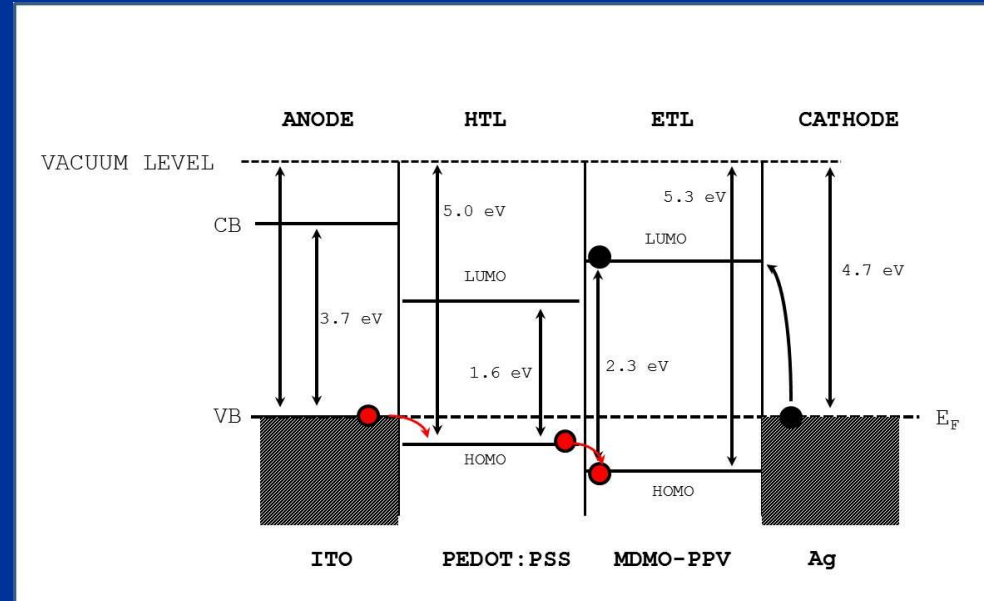
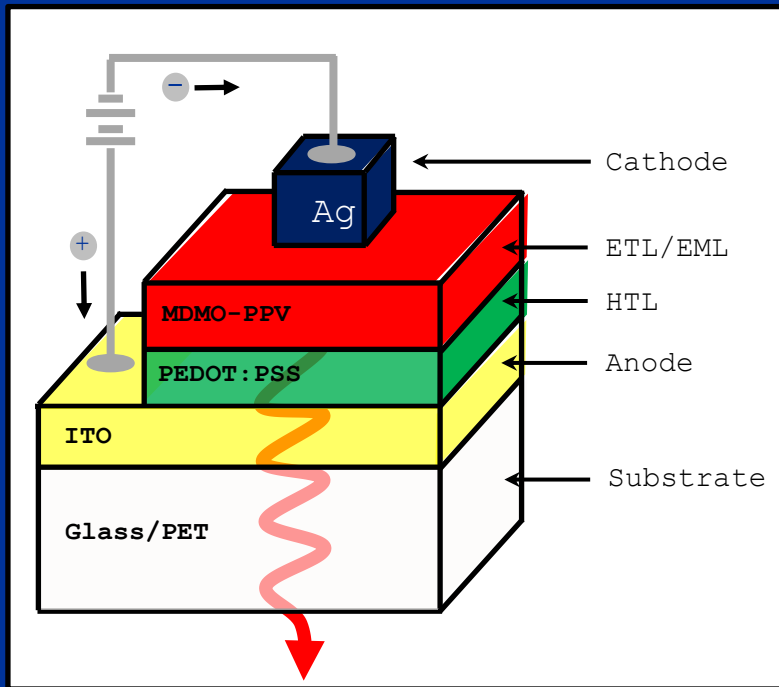
i) Introducción

ii) Mejoramiento de la extracción de luz de OLED

iii) Medición de la eficiencia cuántica

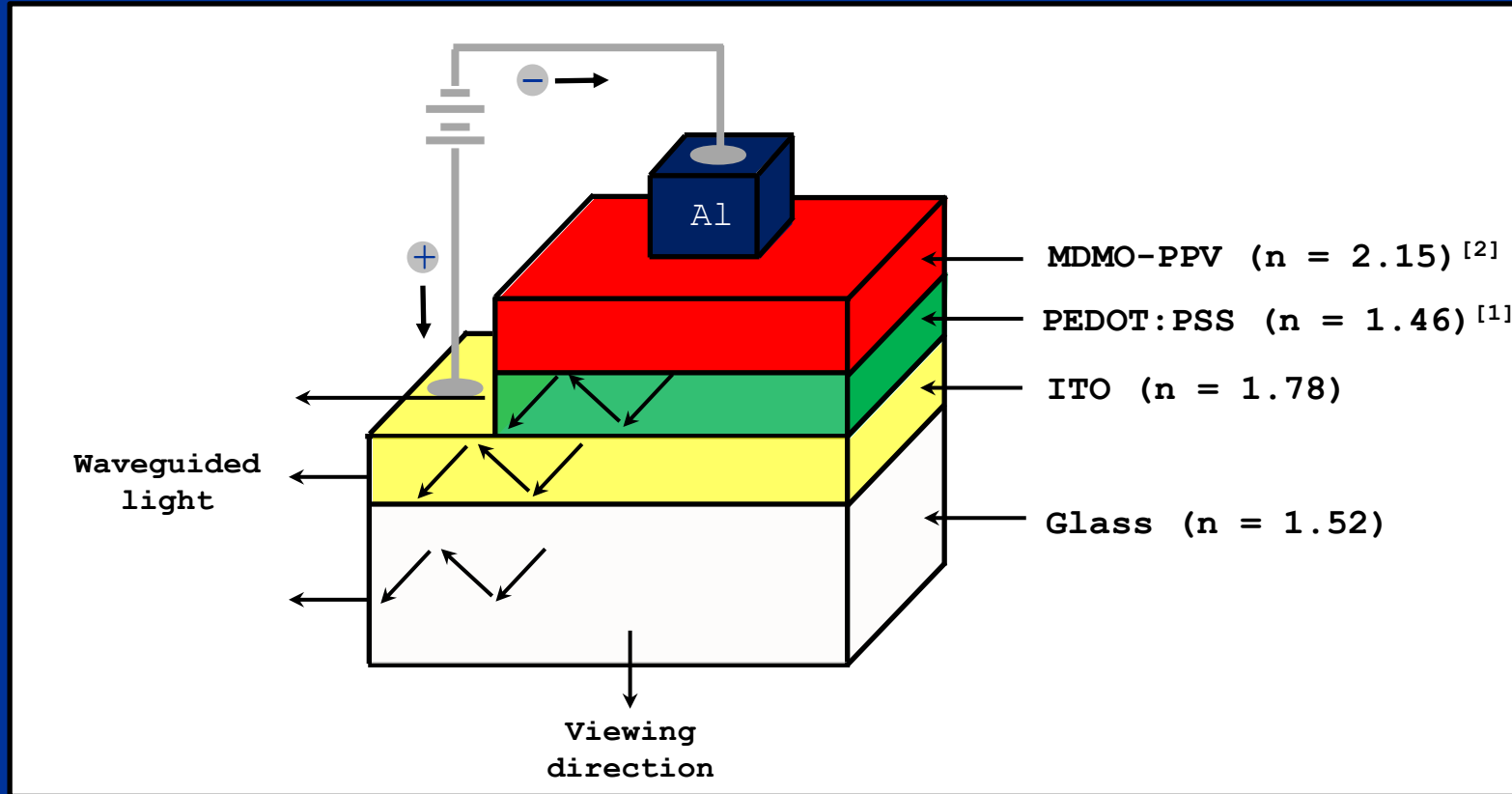
# I. INTRODUCCIÓN

Dispositivo orgánico  
electroluminiscente de doble capa



J.C. Salcedo et al., Rev. Col. Fis, **42**, 397, 2010.

# I. INTRODUCCIÓN



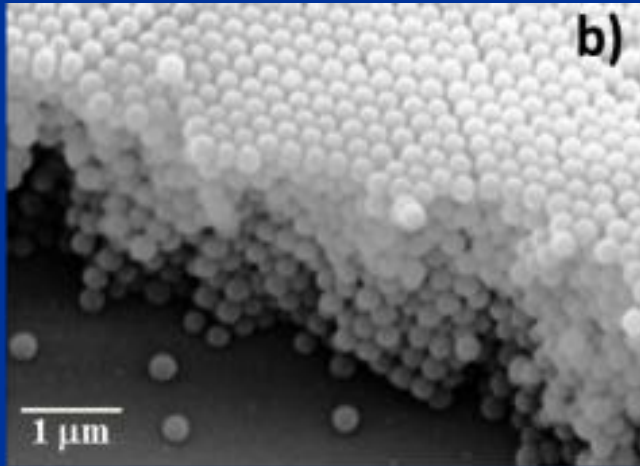
[1] L.A.A. Pettersson, et al., Organic Electronics 3 (2002) 143-148

[2] H. Hoppe, et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst., 385 (2002) 233-239

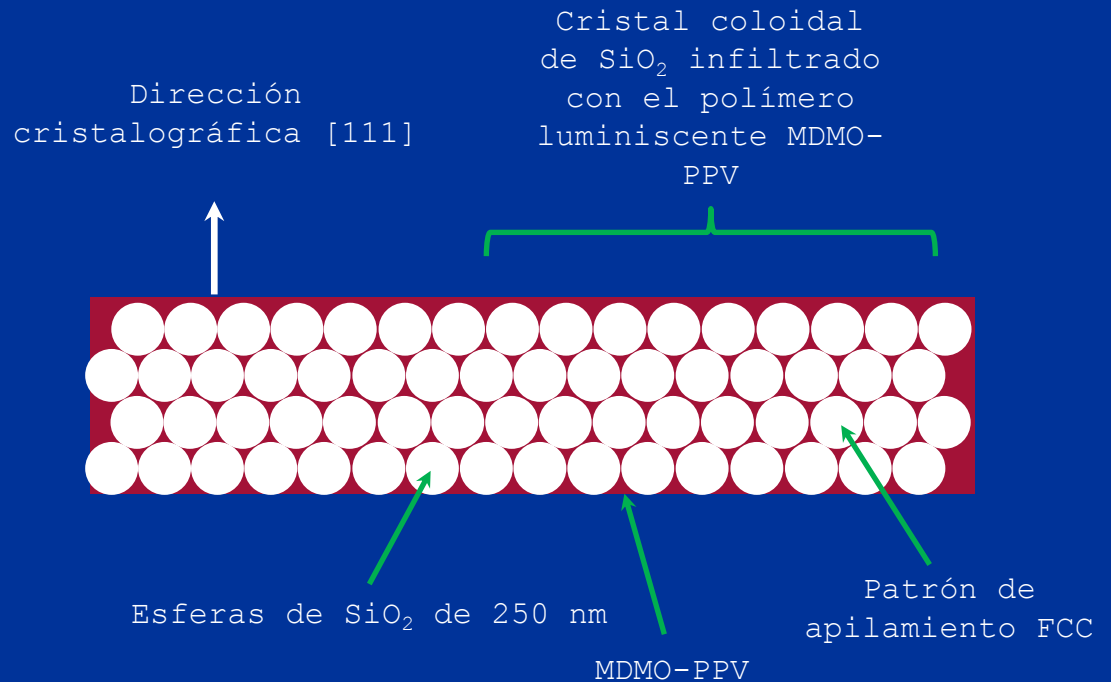
[3] Forrest S., et al., Adv. Mater, 15, (2003) 1043-1048

# II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED

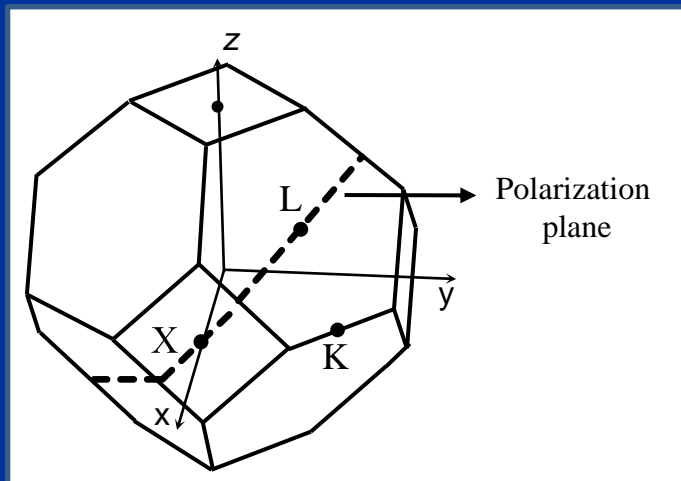
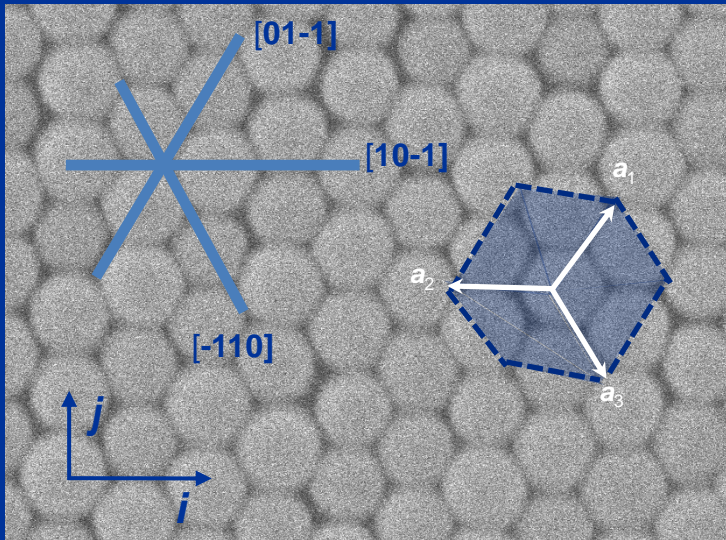
Cristal coloidal: Arreglo periódico de nano esferas obtenido por un método de auto ensamblado



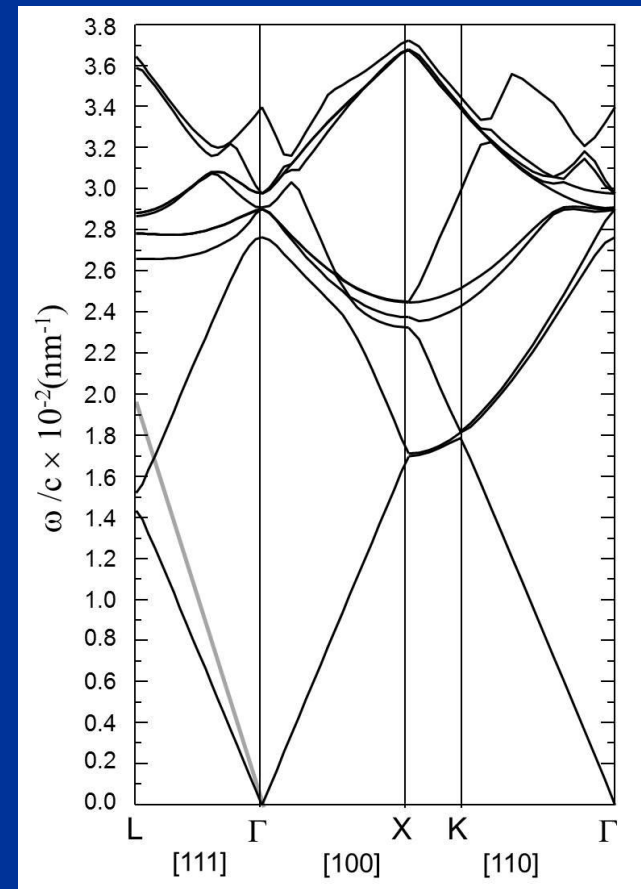
J. C. Salcedo-Reyes, JNP, 6, 063518-1 (2012)



# II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED

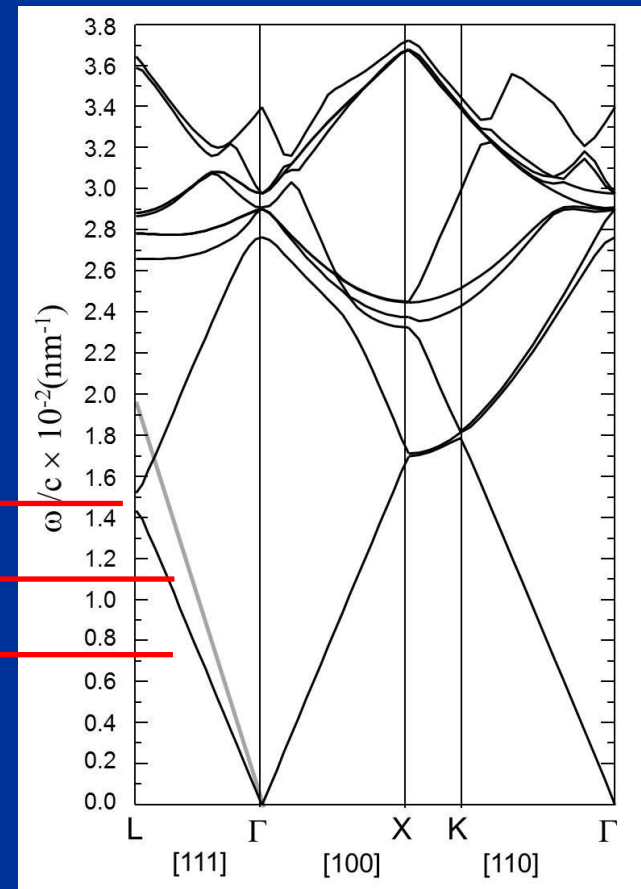


Estructura fotónica de bandas de un cristal coloidal formado por esferas de  $\text{SiO}_2$  de 250 nm de diámetro infiltrado con MDMO-PPV



# II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED

Estructura fotónica de bandas de un cristal coloidal formado por esferas de  $\text{SiO}_2$  de 250 nm de diámetro infiltrado con MDMO-PPV



Gap fotónico

Cono de luz

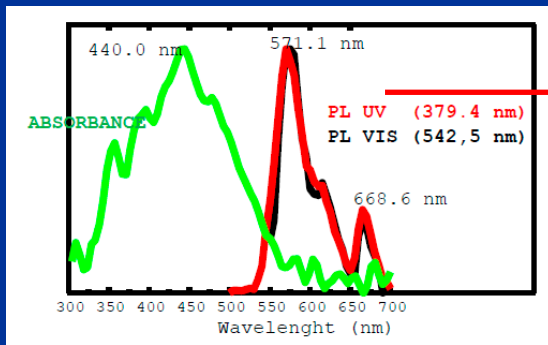
$$|\mathbf{k}| = n_{eff} \frac{\omega}{c}$$



# II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED

Estructura fotónica de bandas de un cristal coloidal formado por esferas de SiO<sub>2</sub> de 250 nm de diámetro infiltrado con MDMO-PPV

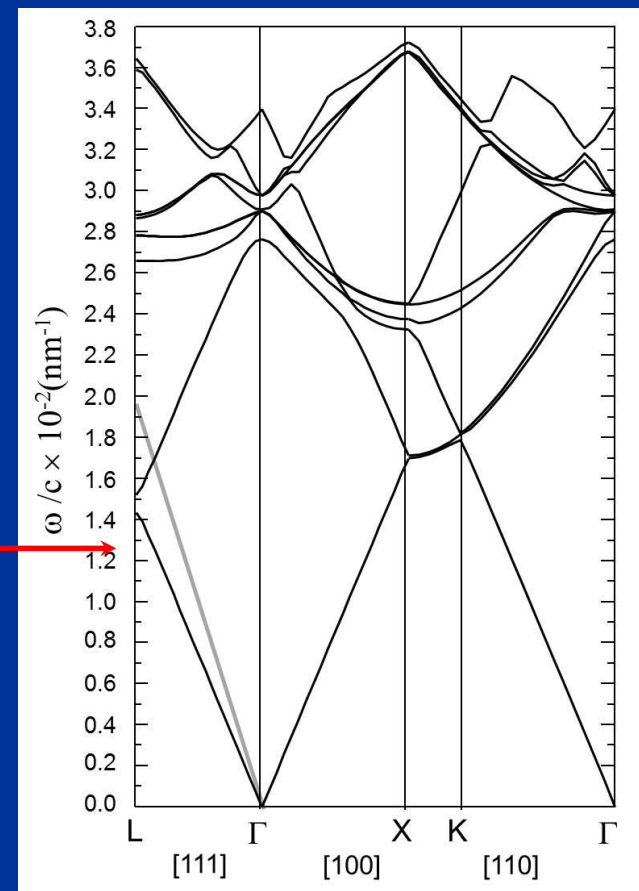
Absorbancia y fotoluminiscencia de una película delgada de MDMO-PPV



Longitud de onda de operación

$$\lambda = 2\pi \left( \frac{c}{\omega} \right)$$

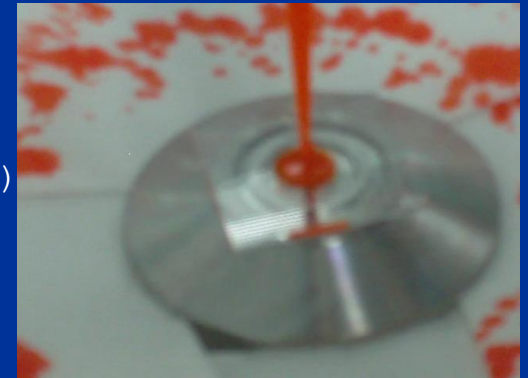
$$n_{eff} = 1.6$$



## II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED

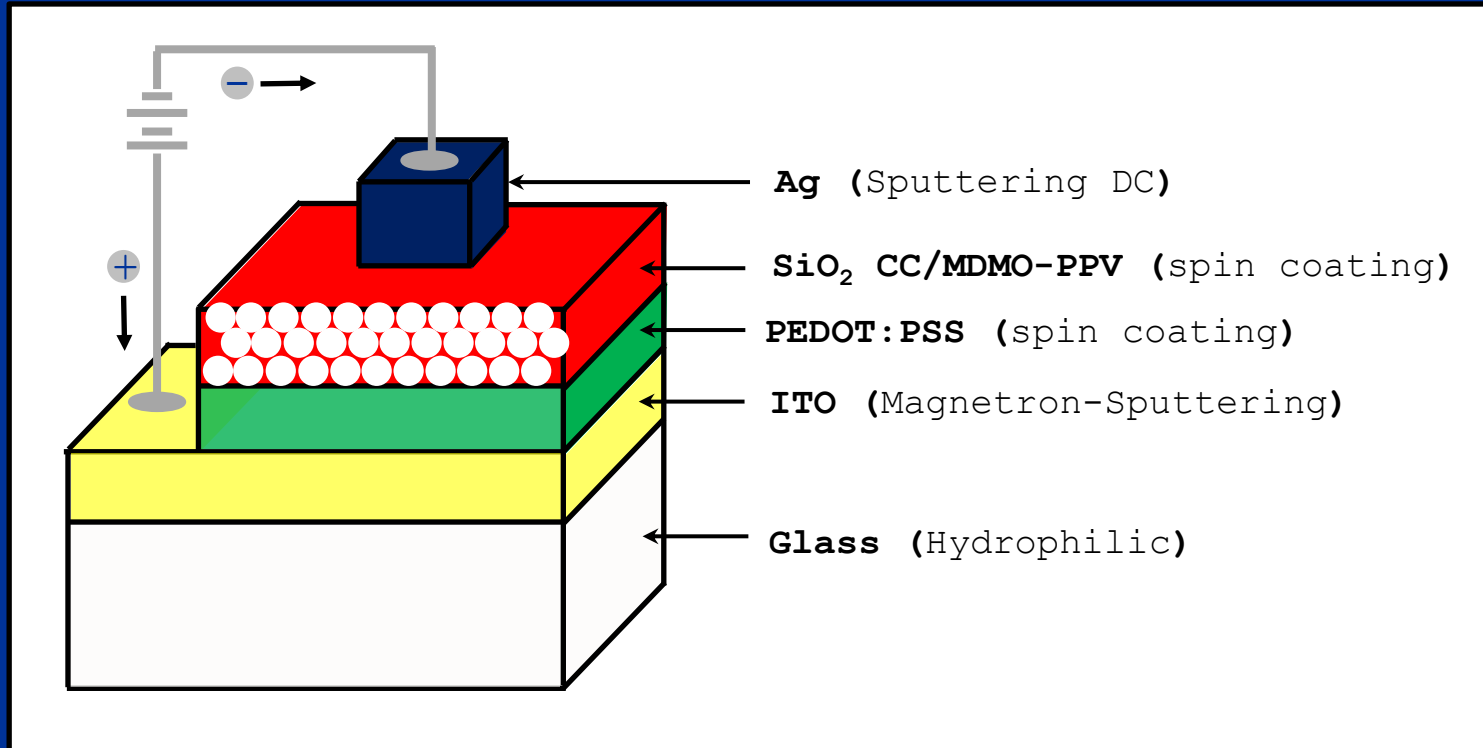
Método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV formado a partir de esferas de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) con estructura cubica centrada en las caras (fcc) y dispositivo oled cuyo elemento activo es el polímero orgánico electroluminiscente MDMO-PPV infiltrado en un cristal coloidal formado por esferas de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) con estructura cúbica centrada en las caras (fcc))<sup>[4]</sup>.

- i) Monodisperse nano-spheres by the Stöber Method
- ii) Suspension of  $\text{SiO}_2$  spheres/Cyclohexanone ( $\eta = 2.02 \text{ cP}$ )
- iii) Spin coating



[4] United States Patent: Application number PCT/IB2015/000120)

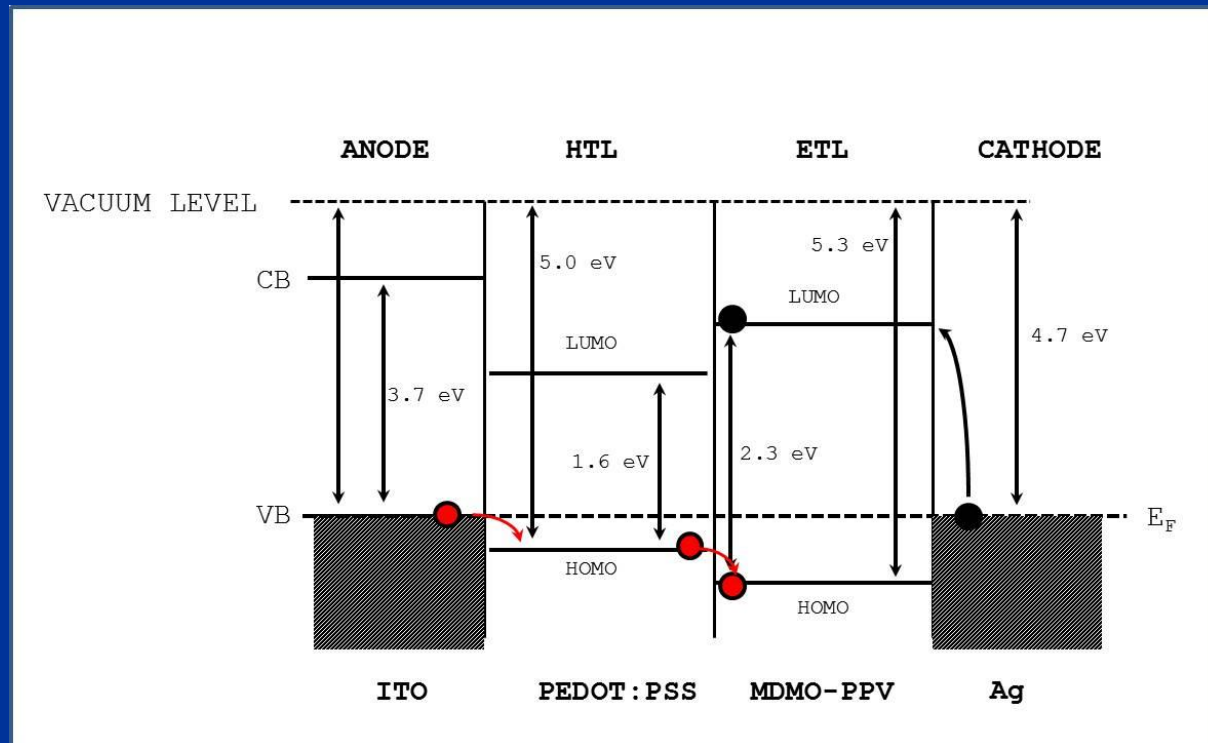
## II. MEJORAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE LUZ DE OLED



# III. EFICIENCIA CUÁNTICA

$$\eta_{INT} = \frac{\# \text{ fotones generados en la EML}}{\# \text{ electrones inyectados}}$$

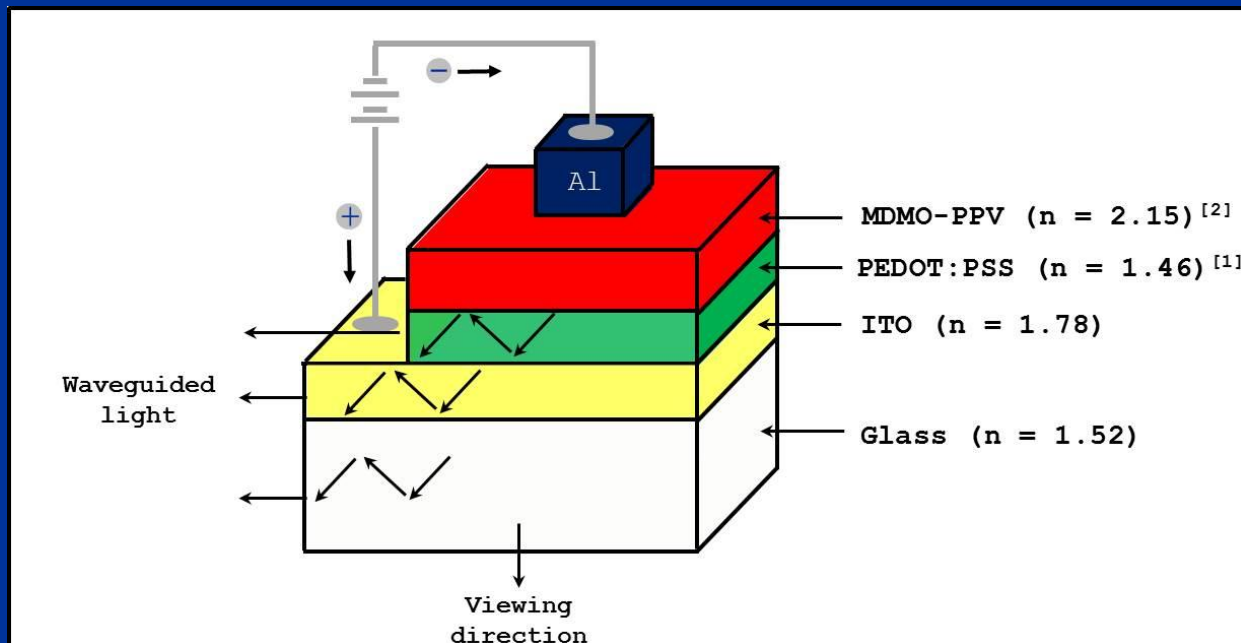
→ Probabilidad de recombinación de excitones



# III. EFICIENCIA CUÁNTICA

$$\eta_{EXT} = \frac{\# \text{ fotones emitidos (todas direcciones)}}{\# \text{ electrones inyectados}}$$

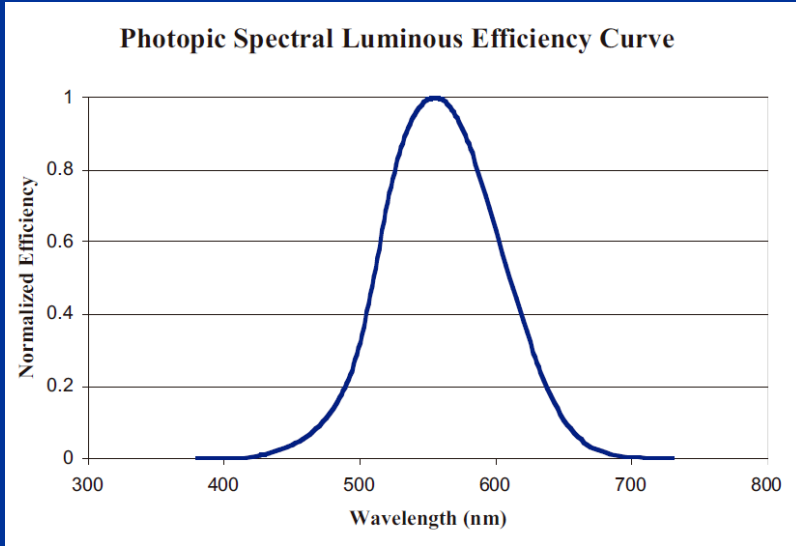
↳ Eficiencia de la extracción de luz (micro-cavidad óptica) (scotopic)



[1] L.A.A. Pettersson, et al., Organic Electronics 3 (2002) 143-148

[2] H. Hoppe, et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst., 385 (2002) 233-239

# III. EFICIENCIA CUÁNTICA



Standard Photopic Efficiency (SPE): Commission on International Illumination (CIE) (1924): sensibilidad del ojo humano a la luz de determinada longitud de onda.

Máxima sensibilidad a 555 nm.

$$K(\lambda) = 1.019 \exp(-285.4\{\lambda - 0.559\}^2); \lambda \text{ micras}$$

**Intensidad luminosa (Candela [cd]):** Potencia luminosa, por unidad de ángulo sólido, emitida por una fuente puntual de luz en una dirección particular. Normalizada a la SPE. Una candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite radiación monocromática de  $540 \times 10^{12}$  Hz (555 nm) de 1/683 W/sr.

Eficiencia luminosa [cd/A]

# III. EFICIENCIA CUÁNTICA

CANTIDAD	FOTOMÉTRICAS	RADIOMÉTRICAS
Potencia	Flujo radiante (potencia) [W]	Flujo luminoso [lm] = [cd.sr]
Potencia por unidad de área	<u>Irradianza</u> [W/m <sup>2</sup> ]	Iluminancia [lx] = [cd.sr/m <sup>2</sup> ] = [lm/m <sup>2</sup> ]
Potencia por unidad de ángulo sólido	Intensidad radiante [W/sr]	Candela [cd]
Potencia por unidad de área por unidad de ángulo sólido	<u>Radianza</u> [W/m <sup>2</sup> .sr]	luminancia [cd/m <sup>2</sup> ] = lm/m <sup>2</sup> .sr

$$P[\text{lm}] = P[\text{W}]V(\lambda)683 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

### III. EFICIENCIA CUÁNTICA

$$\# \text{ fotones} = \frac{P[W]}{\left(\frac{hc}{\lambda}\right)} = \frac{\lambda P[lm]}{(hc)683V(\lambda) \frac{lm}{W}} \longrightarrow \text{Por longitud de onda (monocromático)}$$

$$N_T = \int_{380}^{780} \# \text{ fotones } d\lambda = \int_{380}^{780} \frac{\lambda P[lm]}{(hc)683V(\lambda) \frac{lm}{W}} d\lambda$$

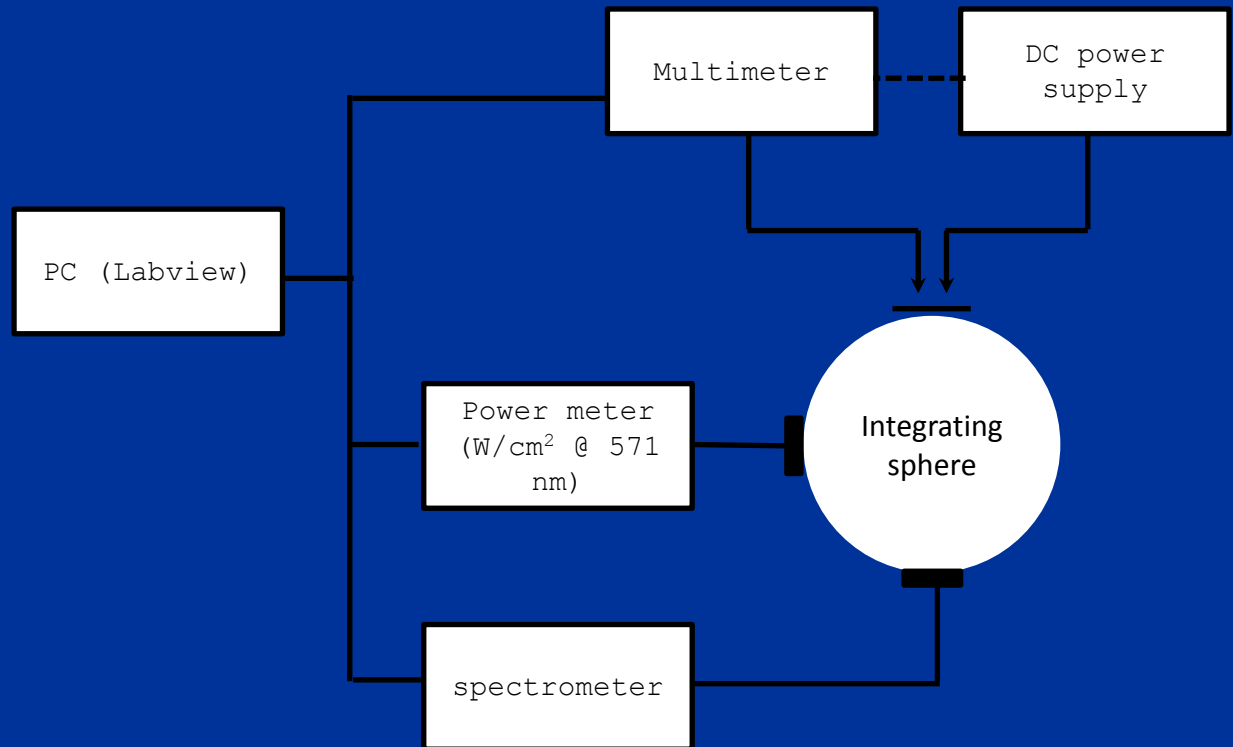
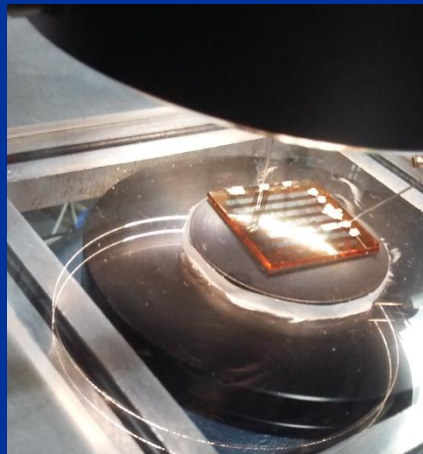
La unidad fundamental de eficiencia de potencia (power efficiency) is the "wall plug efficiency [W/W]: La razón entre la potencia optica total emitida por el OLED y la potencia eléctrica inyectada a él

$$\eta_{\frac{W}{W}} = \frac{P_{OLED}}{VI_{OLED}}$$



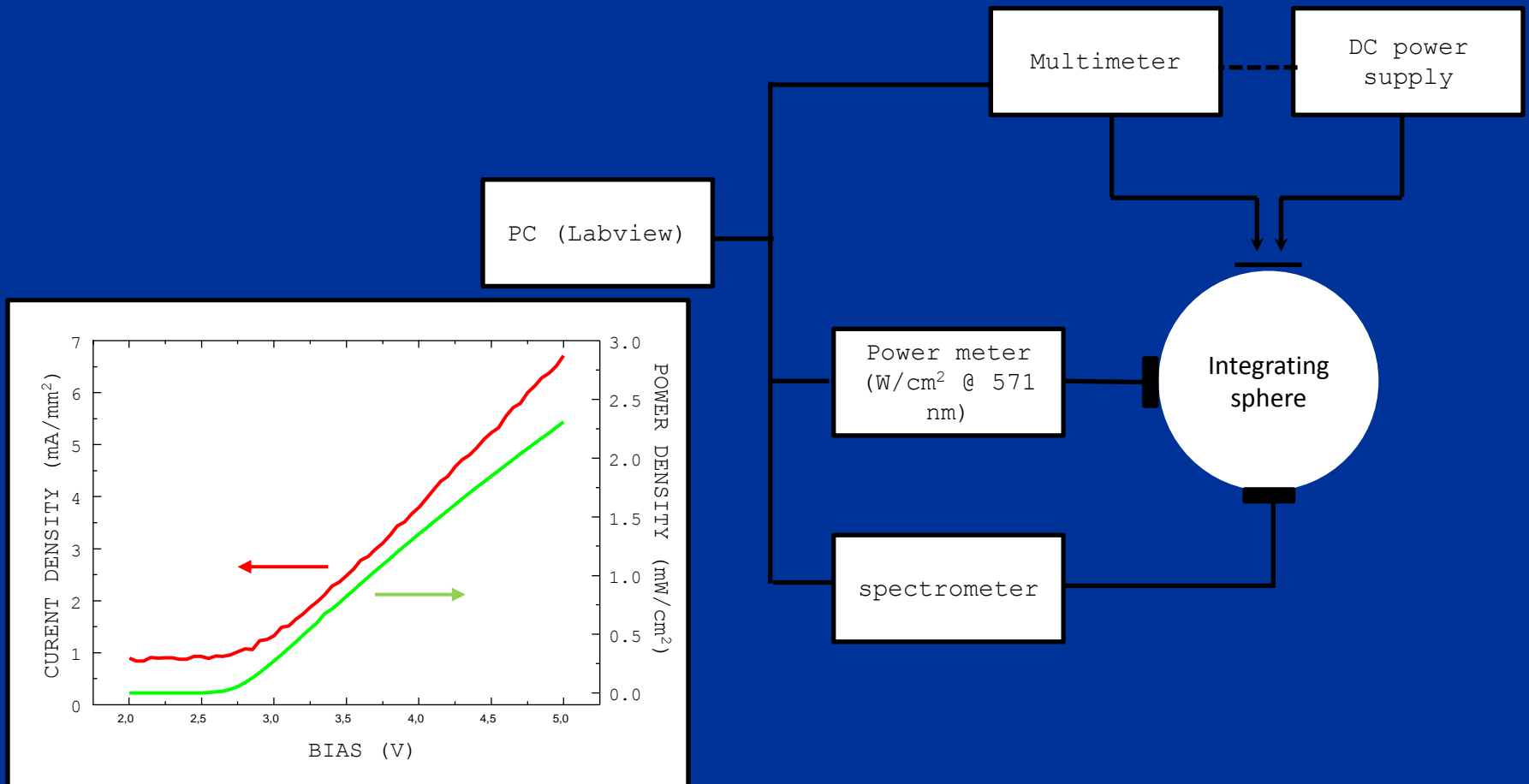
# IV. Medición de la eficiencia cuántica

## Experimental setup



# IV. Medición de la eficiencia cuántica

## Experimental setup



# III. Fabrication of modified OLEDs

## Experimental setup

