



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADO A CIENCIAS DE LA SALUD

“Generación de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento”

Equipo de fototerapia de contacto para el tratamiento de la ictericia neonatal

Dr. Ismael Torres Gómez

División de Fotónica

Centro de Investigaciones en Óptica AC



Índice

- Objetivos
- Ictericia neonatal
- Tratamientos
- Fototerapia
- Prototipo: etapa I
- Conclusiones
- Avances: Prototipo: etapa II

Objetivos

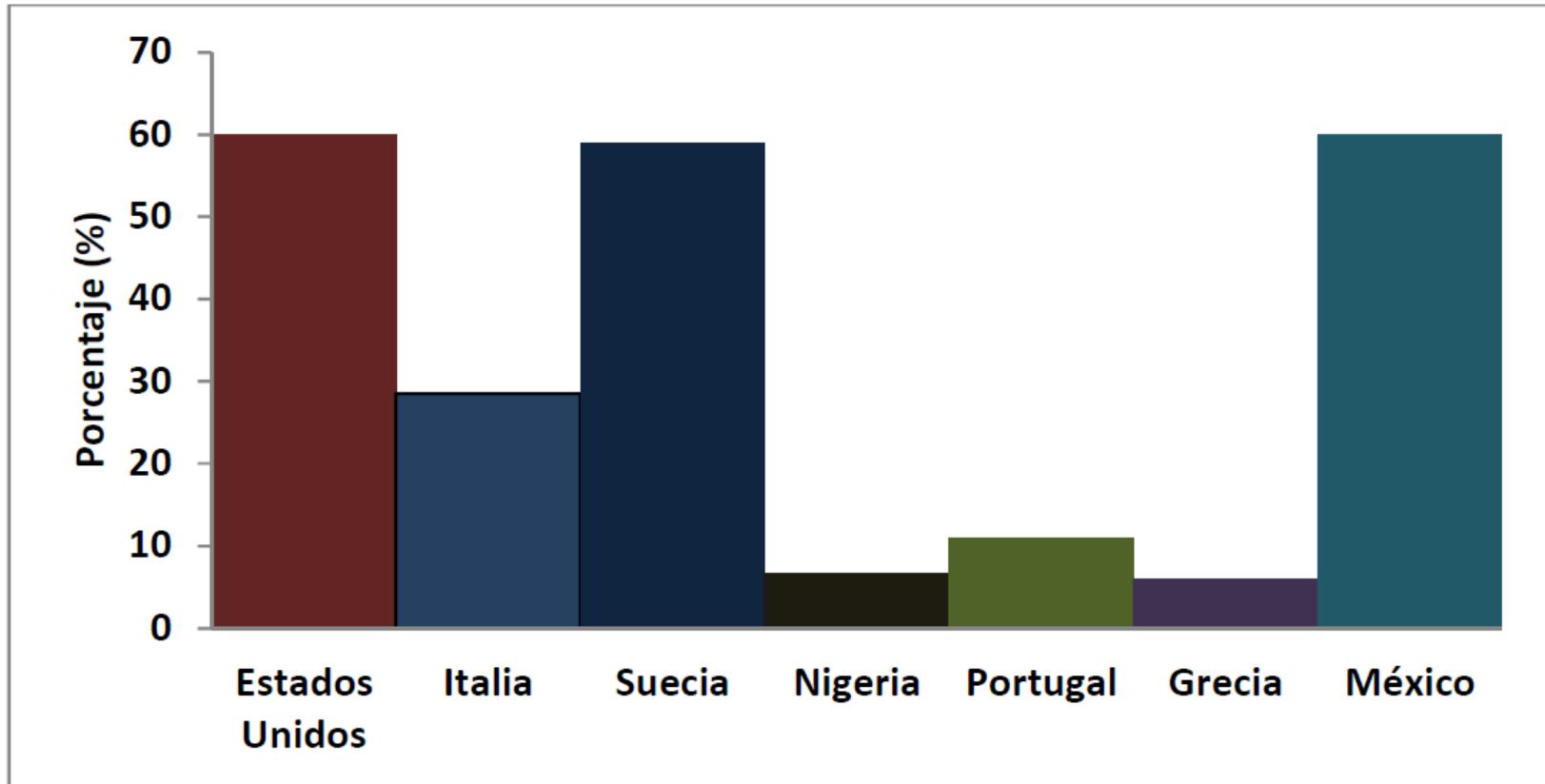
- Diseñar y construir el prototipo de un equipo portátil de fototerapia de contacto en fibra óptica. Que dicho prototipo cumpla con la normatividad de la secretaria de salud para utilizarse en el tratamiento de la ictericia neonatal tanto en hospitales como el hogar.
- Solicitar ante el IMPI el análisis de la solicitud de patente o modelo de utilidad para el prototipo del sistema de iluminación.
- Llevar a cabo la validación del equipo a través de un convenio con una institución de salud pública.
- Promover el licenciamiento de este equipo con las empresas nacionales que desarrollan y construyen equipo médico (Oficina Propiedad Intelectual y Licenciamiento del CIO).

La ictericia y sus implicaciones

- La ictericia es una afección caracterizada por un nivel elevado de **bilirrubina** en la sangre. Dicho trastorno ocasiona una coloración amarillenta en la piel y la parte blanca de los ojos (esclerótica) del recién nacido.
- Los recién nacidos prematuros son más propensos a presentar ictericia que los recién nacidos a término en sus primeros días de vida.
- Entre las complicaciones serias, pero poco comunes, de los altos niveles de bilirrubina están:
 - Sordera
 - Parálisis cerebral
 - Kernícterus: complicación neurológica grave



Incidencia de ictericia en los recién nacidos en diferentes países



[2] http://www.who.int/pmnch/media/news/2012/preterm_birth_report/es/index3.html

Nacimientos en México y en el estado de Guanajuato 2005-2018

Nacimientos Totales	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Republica Mexicana	2,010,250	1,989,683	1,971,734	1,955,284	1,940,107	1,926,148	1,913,353
Estado de Guanajuato	103,801	102,279	100,933	99,649	98,462	97,355	96,326

Nacimientos Totales	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Republica Mexicana	1,901,394	1,890,123	1,880,026	1,871,314	1,862,175	1,851,190	1,838,923
Estado de Guanajuato	95,356	94,433	93,580	92,806	92,010	91,111	90,138

- En México la ictericia se presenta entre el 50-60% de los recién nacidos a termino y en más del 80% de los recién nacidos prematuros [3,4].
- Dos de cada 10 nacimientos son prematuros [5].

[3] Rubén E. García Meza, Sistema de Fototerapia de Contacto por Fibra Óptica para el Tratamiento de la Ictericia Neonatal, Tesis de Maestría en Optomecatrónica, 2012.

[4] <http://www.sinais.salud.Gob.mx/nacimientos/index.html.com>

[5] http://www.who.int/pmnch/media/news/2012/preterm_birth_report/es/index3.html

Ictericia y sus diferentes causas

Ictericia fisiológica

- Inmadurez del hígado para conjugar la bilirrubina y mantenerla a un nivel normal.

Ictericia por lactancia materna

- Una alimentación no adecuada del recién nacido.
- Las sustancias en la leche materna afectan la manera como la bilirrubina se descompone en el hígado.

Ictericia patológica

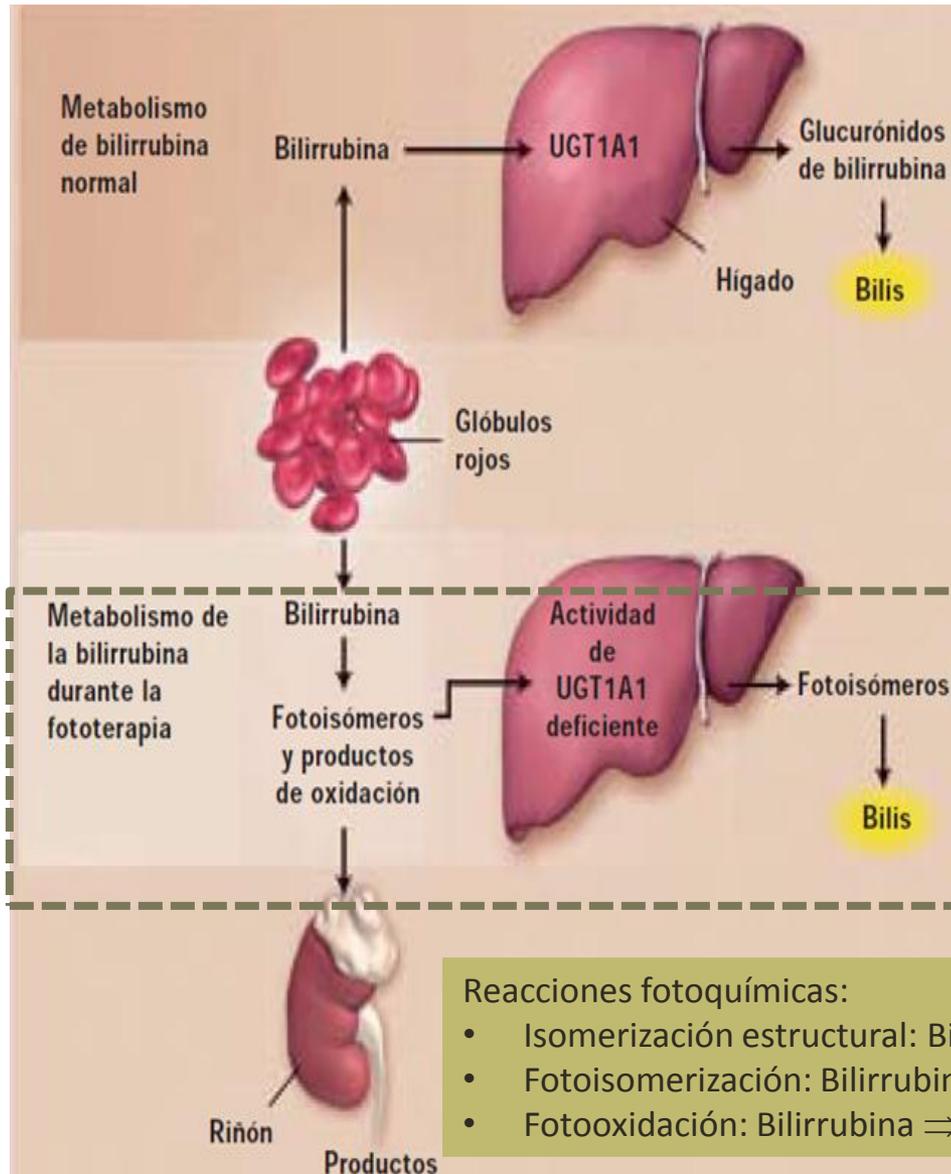
- Formas anormales de las células sanguíneas.
- Incompatibilidades del grupo sanguíneo entre el bebé y la madre.
- Sangrado por debajo del cuerpo cabelludo (cefalohematoma) causado por un parto difícil.
- Niveles más altos de glóbulos rojos, lo cual es más común en bebés pequeños para su edad gestacional y algunos gemelos.
- Infección.
- Deficiencia (falta) de ciertas proteínas importantes, llamadas enzimas.

Tratamientos de la Ictericia

Existen actualmente 3 tipos de tratamientos [6]:

- Terapia farmacológica, en la cual se utilizan diferentes fármacos como Mesoporfirina, Fenobarbital y Administración oral de sustancias no absorbibles.
- **Fototerapia, en la cual se hace uso de la luz visible para descomponer la bilirrubina en productos polarizados hidrosolubles (24-30 %).**
- Exanguinotransfusión, mecanismo de acción que se basa en la remoción mecánica de sangre del neonato por sangre de un donador.

Metabolismo de la bilirrubina

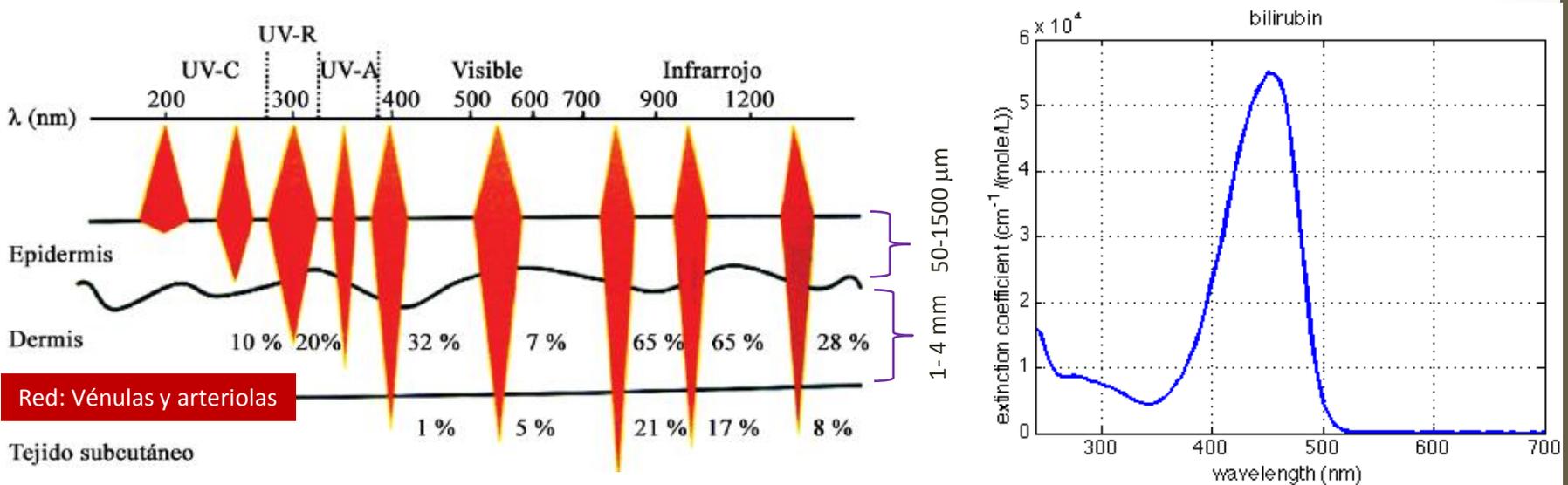


Reacciones fotoquímicas:

- Isomerización estructural: Bilirrubina \Rightarrow Lumirrubina
- Fotoisomerización: Bilirrubina \Rightarrow Isómero polar menos toxico
- Fotooxidación: Bilirrubina \Rightarrow Productos polares de oxidación

Fototerapia

Se denomina fototerapia al tratamiento de enfermedades por la acción de la energía lumínica. La fototerapia en el tratamiento de la ictericia, consiste irradiación cutánea recién nacido de cualquier parte del cuerpo (excepto los ojos).



La helioterapia es utilizada pero su eficacia es desconocida: dosificación, horario de exposición, cuidado de cubrir la cabeza y los ojos, posible insolación o deshidratación.

Se han desarrollado fuentes de iluminación artificial que permiten un control de intensidad, tiempo de exposición, banda espectro determinado, área expuesta.

Opciones de equipos en fototerapia

Equipos de fototerapia de no contacto



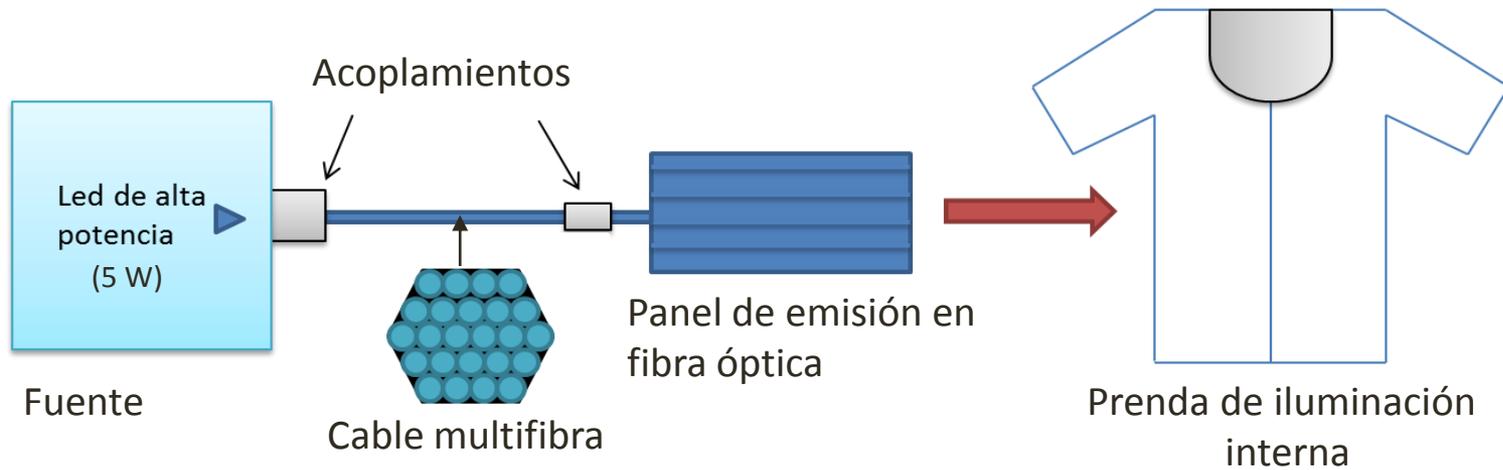
Equipos de fototerapia de contacto



Mantas de fibra óptica

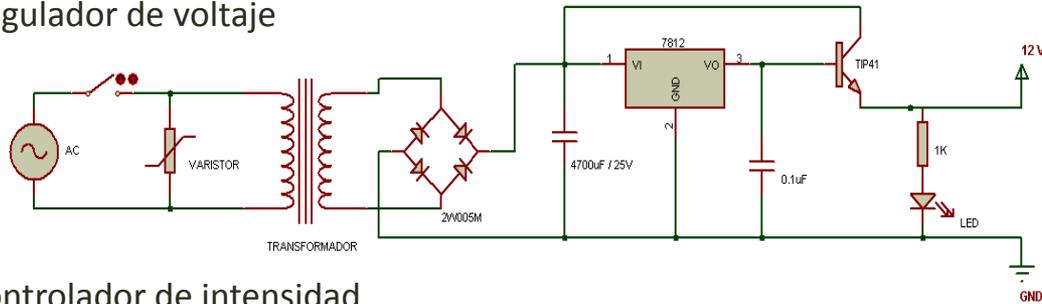


Primer prototipo:

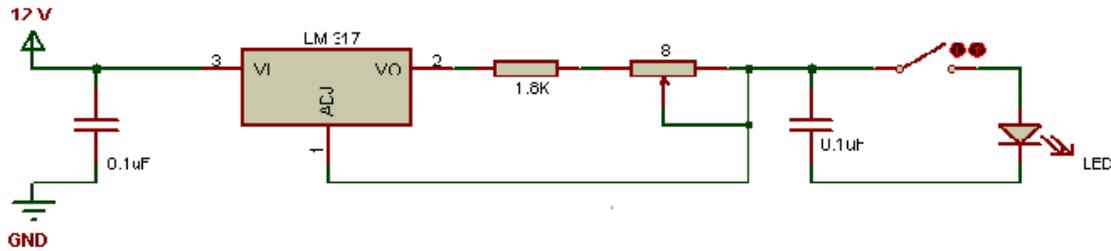


Diseño de la fuente

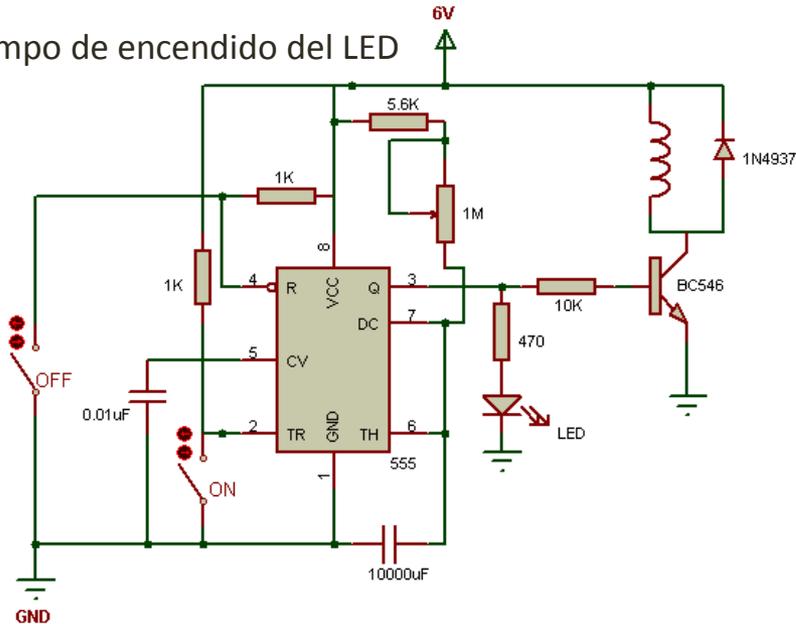
Regulador de voltaje



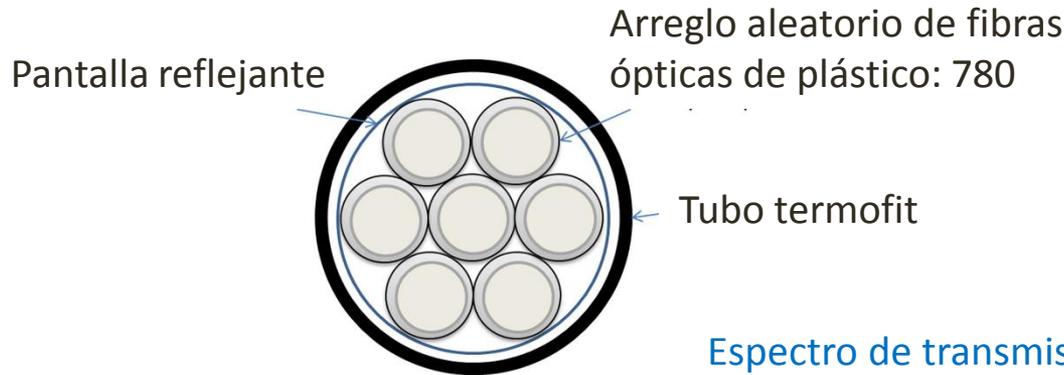
Controlador de intensidad



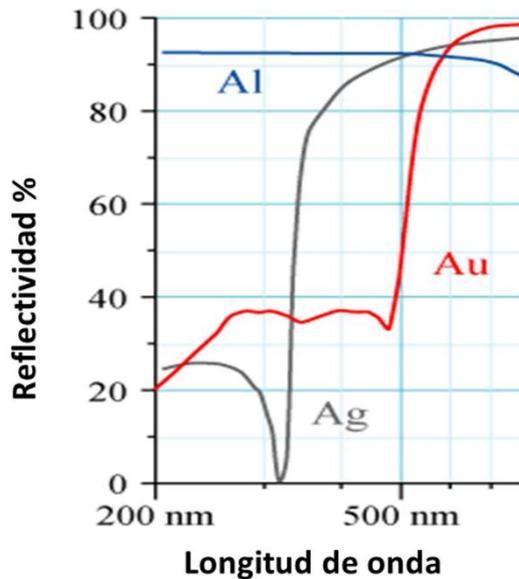
Controlador de tiempo de encendido del LED



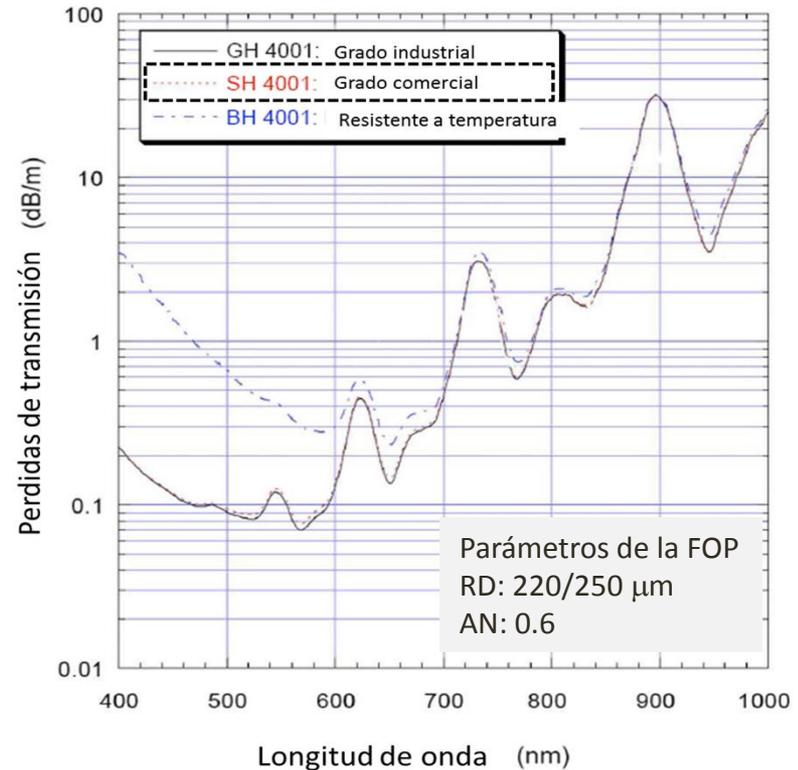
Diseño del cable multifibra



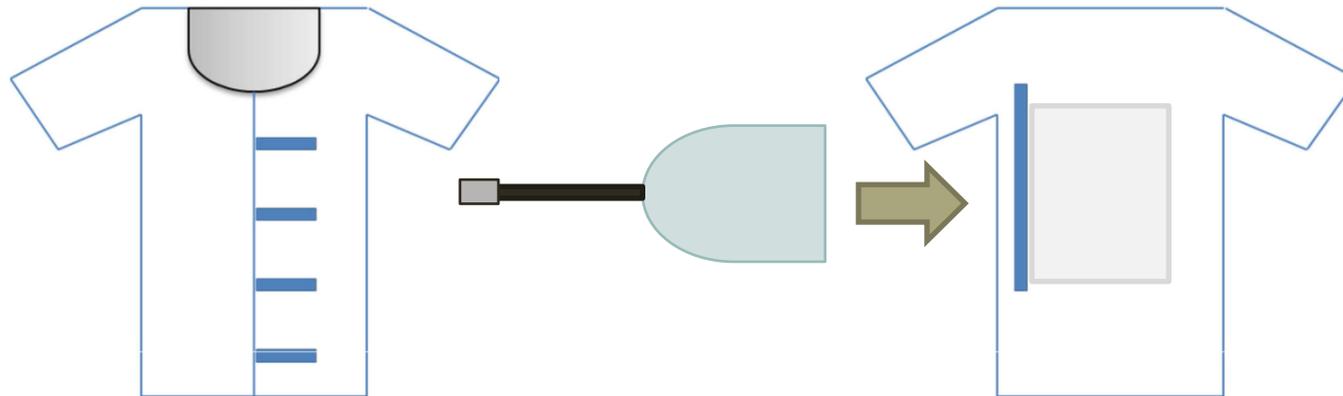
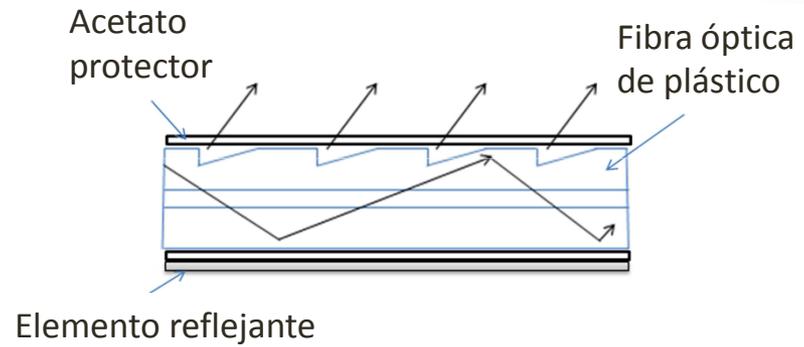
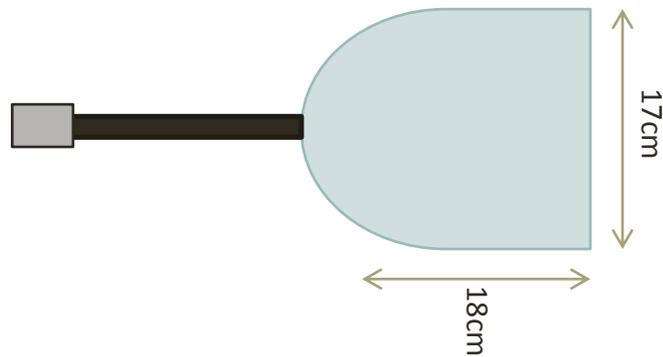
Espectro de reflectancia del aluminio



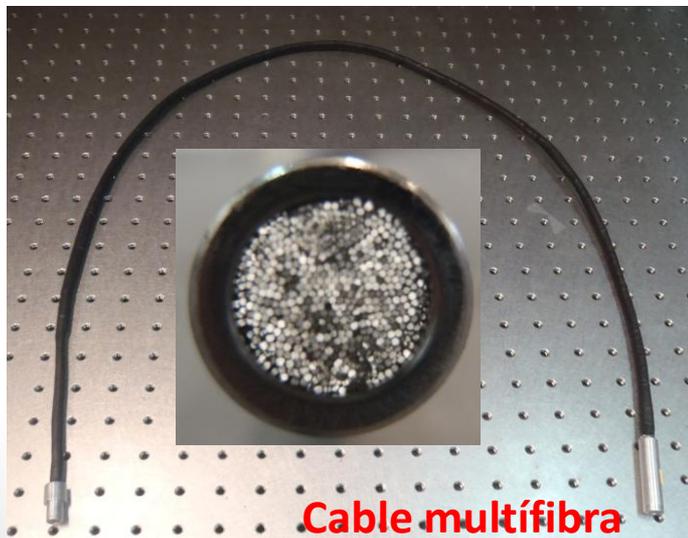
Espectro de transmisión de la FOP de ESKA



Diseño de panel de emisión lateral y prenda de iluminación externa



Construcción del Primer prototipo



Lámpara para fototerapia integrada



Tabla comparativa

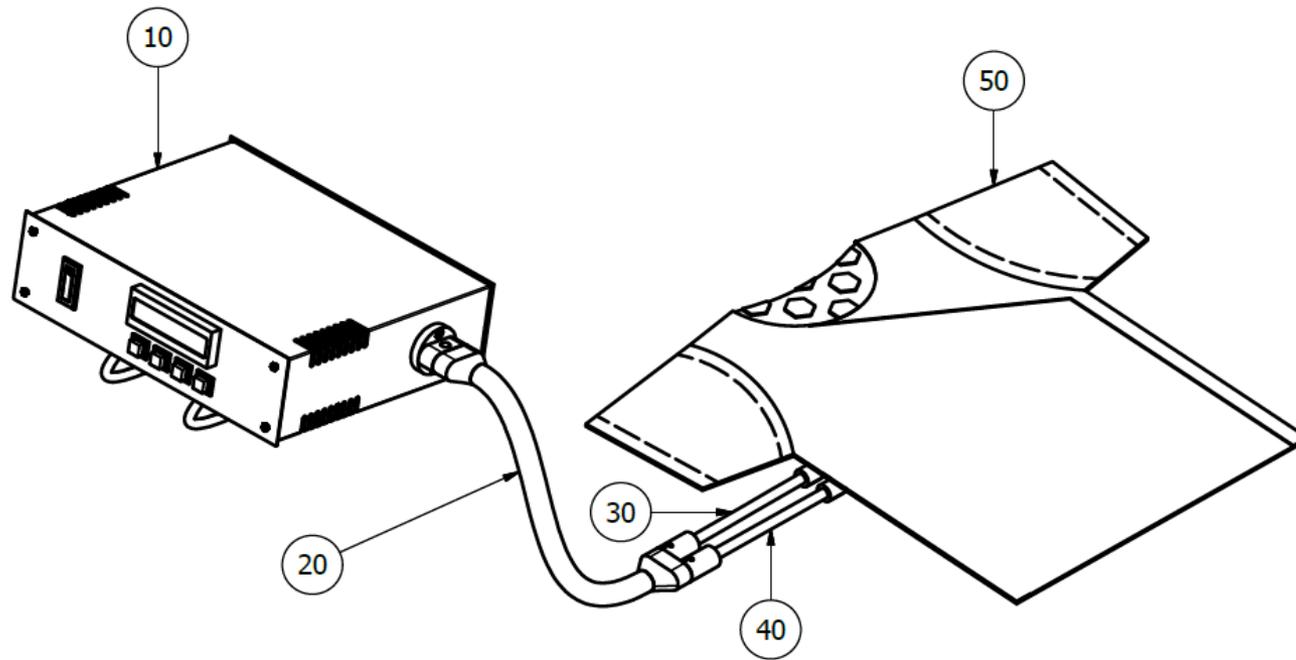
	BiliSoft LED Phototherapy System	Olympic BILI-LITE Pad	Wallaby 3 Fiberoptic Phototherapy Blanket	Prototipo de fototerapia de FO propuesto
Tamaño (cm) (An x L x A)	16.5 x 21 x 16.5	21.6 x 11.4 x 38.1	26.67 x 22.86 x 10.16	23.5 x 19 x 6
Tipo de lámpara	Leds	bombilla halógena de cuarzo	Bombilla halógena con filtros	Led
Niveles de irradiación	Cambia al cambiar el panel de fibras	1 nivel fijo	2 niveles fijos	Control para ajustar nivel
Irradiancia espectral ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	**35 (large pad) 50 (small pad)	24	*10 y 15 (Estándar) 25 y 35 (Neonatal)	≈ 5
potencia (W)	26.25 (large pad) 22.5 (small pad)	7.74	4.1 (Estándar) 5.5 (Neonatal)	2.5
Longitud de onda de operación (nm)	430-490	425-475	No especificado	430-500
Longitud del área iluminada del panel (cm)	Large pad 25 x 30 Small pad 15 x 30	25.4 x 12.7	Estándar 7.62cm x 35.56 Neonatal 10.16cm x 15.24cm	17 x 18

Fototerapia: *estándar, ** Intensiva

Mejoras para la segunda etapa

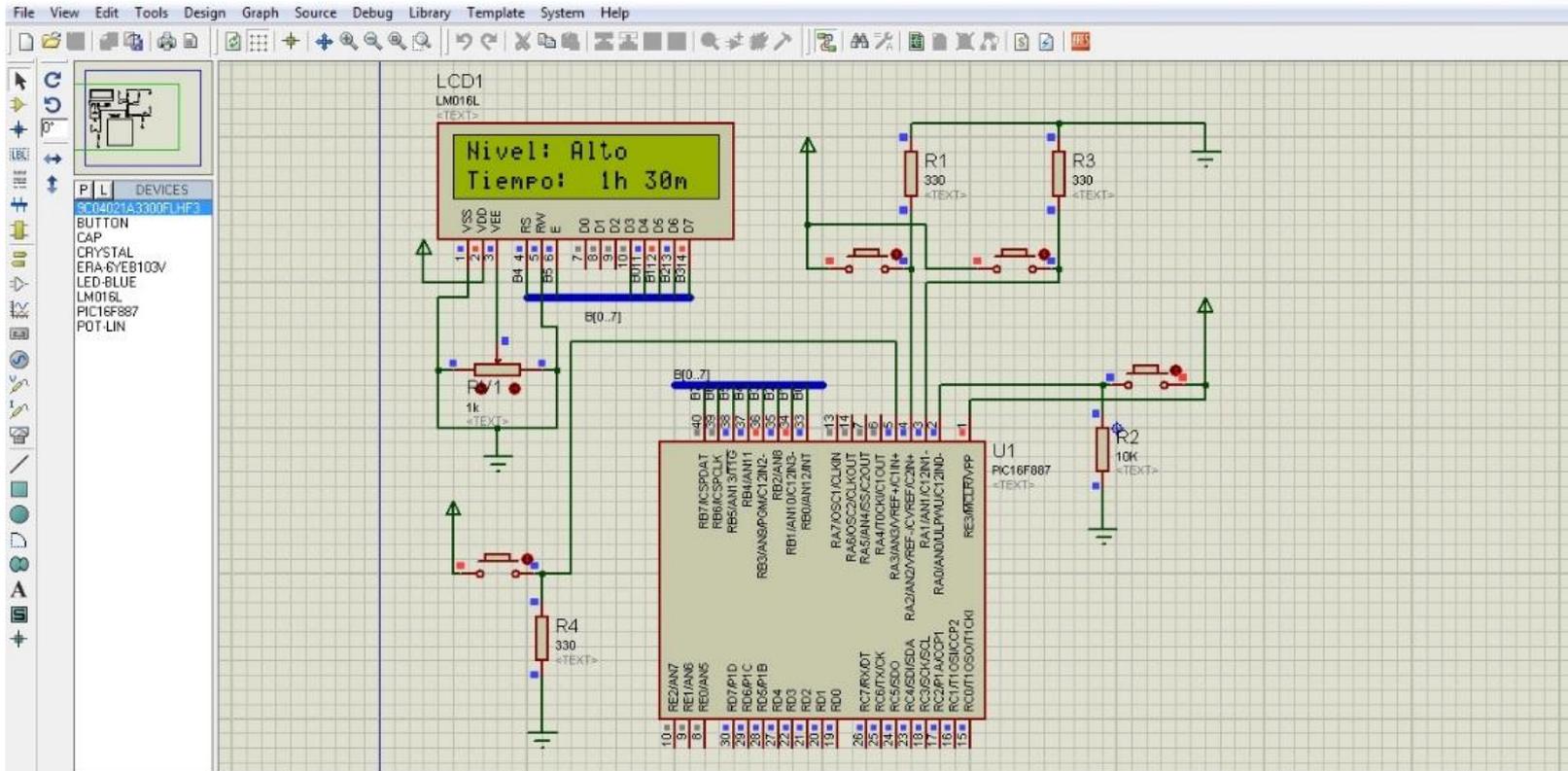
- Conseguir un esparcimiento de luz uniforme.
- Mejorar acoplamientos fuente-cable, cable- panel emisor.
- Aumentar la potencia de la luz en un hasta 4 W. para el panel con las dimensiones actuales.
- Digitalizar la fuente de luz.
- Disminuir más el tamaño de la fuente de luz.
- Mejorar la prenda de iluminación interna para aprovechar aun más toda la radiación emitida.
- Posibilidades de agregar diferentes tipos de sensores a la prenda (temperatura, frecuencia cardíaca, además de buscar una compatibilidad en red).

Prototipo de equipo de iluminación para el tratamiento de la ictericia neonatal (II)

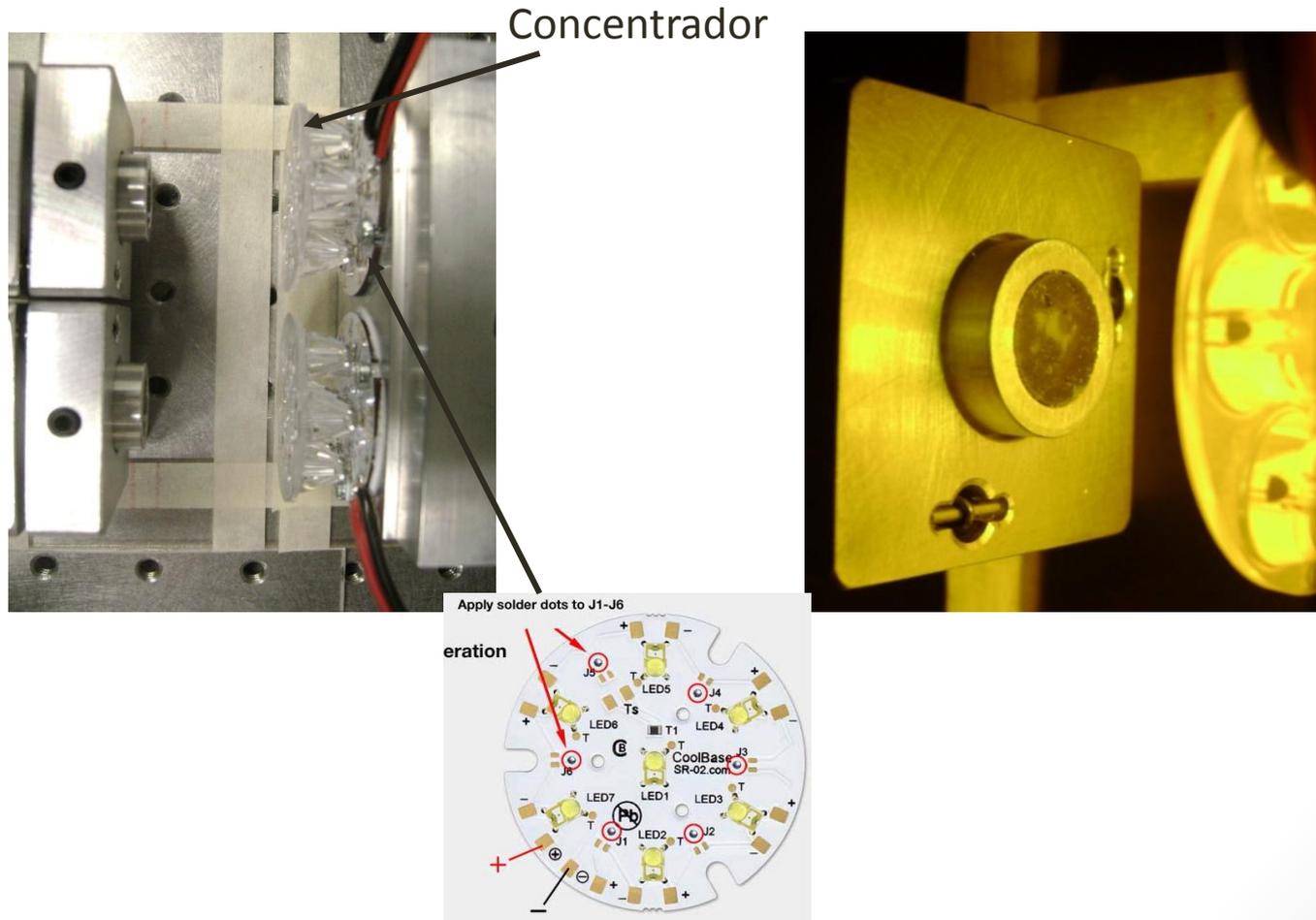


Equipo de iluminación propuesto. Fuente de iluminación (10), Cable multifibra (20), paneles de iluminación lateral (30,40), Prenda de iluminación interna (50), **(No. de Expediente en el IMPI: MX/a/2013/014941)**.

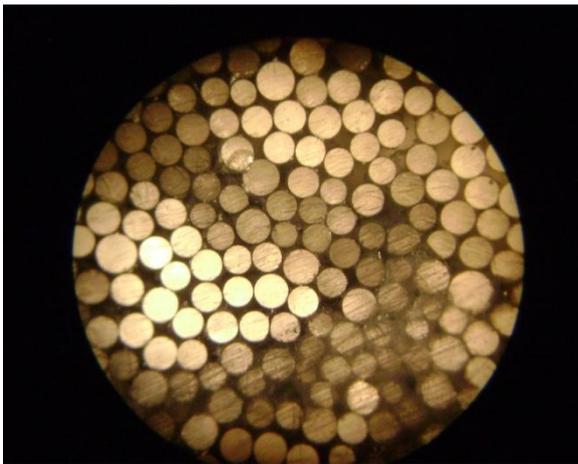
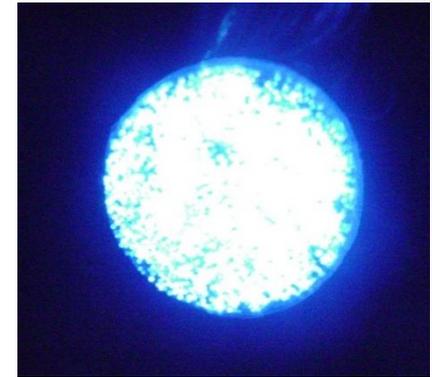
Diseño digital de la fuente



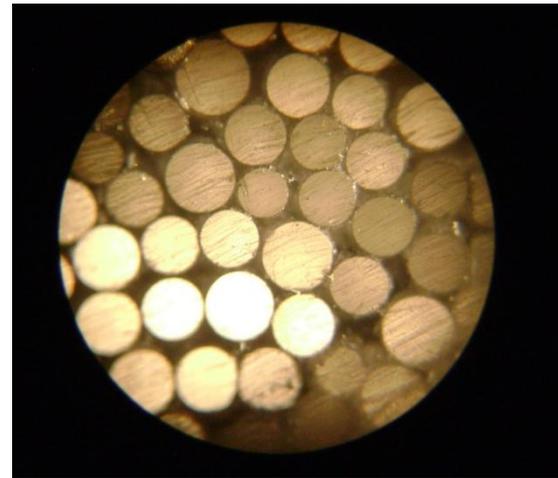
Fuente de iluminación dúplex



Ensamble de cable multifibra y pulido de terminales



5x



10x

Conclusiones

- Hemos presentado un avance parcial sobre el desarrollo de un prototipo de un equipo de contacto en fibra óptica para el tratamiento de la ictericia neonatal.
- El primer modelo del prototipo solo alcanza el 50% de la irradiancia requerida para fototerapia estándar. Esto se debe fundamentalmente pérdidas de acoplamiento: LED-Cable y cable-panel emisor.
- Hemos rediseñado el primer prototipo utilizando dos paneles de emisión lateral, donde se emplea dos arreglos de 7 LEDs con un sistema de óptico colector con la intención de mejora la una eficiencia de acoplamiento hasta en un 80%. De este modelo hemos solicitado el análisis de registro de patente ante el IMPI. (MX/a/2013/014941)
- El diseño de la prenda de iluminación interna disminuye la contaminación de luz ambiental en el entorno.
- Al utilizar dos paneles de emisión lateral, el área cutánea de iluminación se duplica lo cual ayudara a disminuir el tiempo de exposición.
- Adicionalmente es un equipo propuesto será bajo costo (\$ 35000) y su portabilidad podrá permitir utilizarse en el hogar para casos de ictericia no severos. Esto podría reducir los costos en hospitales y centros de salud.

Grupo de trabajo

- Dr. Ismael Torres Gómez
- M en Opto. Rubén Esaú García Meza
- Dr. Armando García
- Ing. Ricardo Valdivia Hernández
- Ing. Myriam Cristina Jiménez Mares
- Ing. Francisco Javier Vargas Muñoz



Gracias por su atención