

Sistema de iluminación inteligente para quirófanos

Miriam Ors Grier, Responsable de la Unidad de Innovación del Instituto de Investigación e Innovación Parc Taulí)

Alicia Casals, Coordinadora del Grupo de Robótica Inteligente y Sistemas de UPC e IBEC.

De la necesidad a la idea

Desde 2006, en el Instituto de Investigación Parc Taulí se plantea un modelo de innovación que permita desarrollar productos desde necesidades reales para su posterior implementación en el mercado. Este modelo debe permitir la incorporación de nuevas tecnologías desarrolladas en el sistema de salud a la vez que dinamizar el tejido empresarial a través de la colaboración público-privada. Este modelo debe permitir la incorporación de nuevas tecnologías desarrolladas en el sistema de salud a la vez que dinamizar el tejido empresarial a través de la colaboración público-privada.

De este modelo de trabajo nacen casos como el que se expone en este artículo: un sistema de iluminación inteligente que nace de una problemática real con respecto a la iluminación generada en el campo operatorio durante las intervenciones. La lámpara del quirófano es una herramienta fundamental para llevar a cabo las intervenciones quirúrgicas, y debe cumplir diferentes criterios funcionales y de confort, primando siempre la comodidad para el cirujano, el equipo de intervención y la seguridad del paciente. Sin embargo, su diseño ha ido variando a partir de modelos introducidos hace más de 50 años, para ser posicionada manualmente.

Tras realizar un estudio en el Hospital Parc Taulí de Sabadell, se observó en los distintos tipos de operación quirúrgica, teniendo en cuenta la técnica de abordaje y la localización anatómica de la operación, que en menos de una quinta parte de todos los procedimientos se precisaba una iluminación que pudiera requerir un complejo dispositivo para conseguir una correcta posición del haz de luz operatoria, constituido en la mayoría de ocasiones por dos lámparas fijas y una tercera accesoria y que son controladas de forma manual por la enfermera circulante.

En el resto de los casos, la inclinación de la lámpara no supera un ángulo de 20° o bien se emplea otro tipo de foco luminoso como la de un endoscopio, o la de una lámpara de luz fría frontal insertada en un soporte en la cabeza del cirujano. Por este motivo y dada la baja frecuencia de procedimientos que precisan una compleja iluminación del campo operatorio, se concluyó que sería más ergonómico y eficaz un nuevo sistema de iluminación que fuera automático o fácilmente utilizable por el cirujano al proporcionar una óptima iluminación del campo de trabajo deseado.

Observando estos hechos se planteó la posibilidad de diseñar un nuevo producto que, manteniendo las prestaciones requeridas de los sistemas de iluminación existentes, como es un campo quirúrgico iluminado potente, pudiera cubrir los diferentes retos que se presentan en el entorno quirúrgico.

El primer reto a conseguir es la producción de un campo de visión sin sombras ni destellos externos que perturben la vista del cirujano, con un haz de luz bien dirigido, y un área iluminada bien definida con una luz fría. Otro reto fundamental es permitir la fácil manipulación durante las cirugías de forma que se pueda utilizar en operaciones que requieren cambios de enfoque del campo quirúrgico como pueden ser cirugías de esófago, extirpación de venas varicosas, cirugía de rodilla, laparoscopia, etc.

Uno de los factores que más preocupa en este entorno es el riesgo a las infecciones. De igual manera, el ambiente del quirófano, su diseño, la iluminación y la disposición de los equipos pueden influir en el personal sanitario durante la realización de la operación. Las intervenciones quirúrgicas pueden constituir una fuente de infecciones que únicamente pueden detectarse posteriormente y que, por ello, se conocen como infecciones postoperatorias. Este problema no sólo pone en peligro la vida y la salud de los pacientes, sino que también ocasiona elevados costes postoperatorios a los hospitales, la sociedad y la economía en general, tales como prolongación de la estancia hospitalaria, tratamiento, medicación, intervenciones quirúrgicas múltiples, invalidez, demandas, pensiones, etc.

Por tanto, otro reto planteado para nuestro dispositivo era que desaparecieran las barreras materiales en el proceso de ventilación por flujo laminar, uno de los principales inconvenientes que provoca la presencia de las lámparas tradicionales.

Colaboración: pieza clave en el desarrollo de nuevas tecnologías

El proyecto tiene sus inicios en una colaboración entre La Corporació Sanitària Parc Taulí, a través del Dr. Enric Laporte Roselló, Director del departamento de nuevas tecnologías aplicadas a la cirugía (CSPT) y los doctores Josep Amat y Alicia Casals de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Conjuntamente se desarrolló el primer prototipo de lámpara inteligente para quirófanos con el objetivo de eliminar las sombras generadas y focalizar el haz o haces luminosos sobre el campo quirúrgico en cada momento. Para ello se desarrollaron una serie de prototipos de sistema de iluminación con su software específico, diseñado en el departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática industrial de la UPC.

Este proyecto surge en el marco de colaboración entre las dos instituciones con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo en el quirófano. Primero arrancando una línea común de investigación en robótica quirúrgica, con el robot como asistente al cirujano durante la intervención. La necesidad de mejorar la técnica de iluminación motivó esta segunda línea, la adaptación del entorno de operación.

Se trató de diseñar un nuevo sistema más eficiente a partir de ciertos requerimientos que planteaba el cirujano. Para ello se decidió partir de múltiples focos luminosos controlados electrónicamente, evitando así la operación manual de orientar la lámpara. Estos focos tenían que poder enfocar a diferentes puntos en cada momento, con capacidad para adaptarse a las necesidades en la mesa de operaciones de manera que se iluminara en cada momento la zona de interés, con la intensidad necesaria, y que pudieran utilizarse de forma sencilla.

El primer prototipo consistió en una plataforma formando una matriz de cubierta de luces halógenas, para poder controlar en cada momento el, o los grupos de lámparas, que permitían iluminar la zona o zonas de interés. La aparición de la tecnología LED nos llevó a diseñar un nuevo prototipo más pequeño, ya con esta tecnología. Era una plataforma de techo con filas de luces que podían girar e iluminar todo el campo ocupado por la mesa quirúrgica. Para facilitar el control, se desarrolló un puntero con el objetivo de orientar el haz de luz y controlar la intensidad de la misma que debía y de fácil manejo por el propio cirujano. A este prototipo siguió un tercero, un nuevo modelo industrial con módulos de varios leds orientables y regulables en intensidad. La figura 1 muestra la idea concepto y

estos tres prototipos. Con esta base y a partir de la necesidad en muchos casos de disponer de flujo laminar, incompatible con otros elementos colgantes del techo, se concibió una adaptación de los diseños anteriores para integrar las dos funcionalidades, iluminación y flujo laminar.

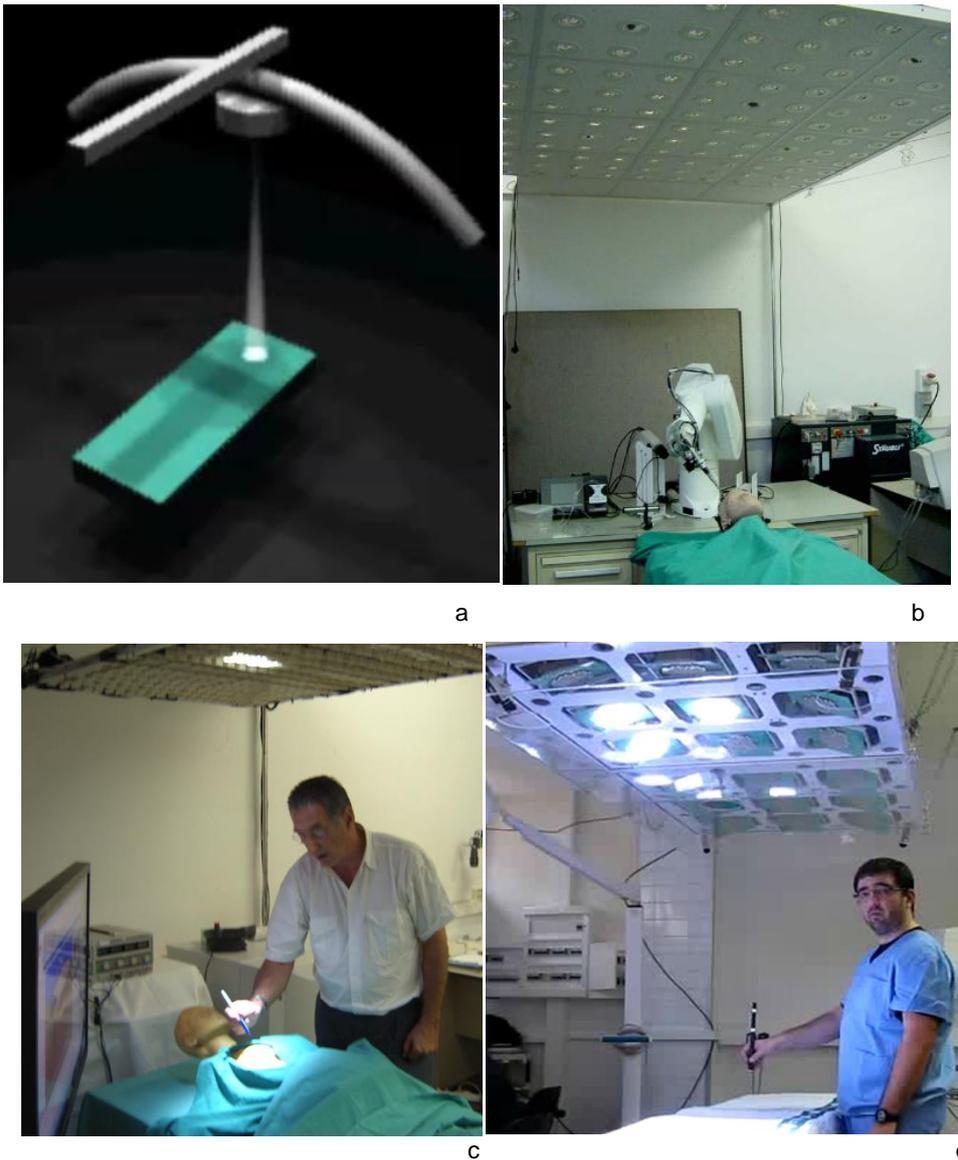


Fig 1. Evolución de prototipos, desde el concepto a su implementación.

- a) Diseño conceptual de foco de luz direccional, b) matriz de focos halógenos controlados electrónicamente, c) matriz de leds orientables por filas, d) matriz de grupos de leds orientables como prototipo preindustrial.

Evidentemente la colaboración entre una institución de conocimiento capaz de aportar la solución tecnológica al problema planteado por el equipo clínico fue clave para el desarrollo de la primera fase del concepto que finalizó con la realización de un prototipo

funcional. Sin embargo, para poder conseguir un producto que fuera más allá de la fase de concepto hasta la industrialización del producto se requería del conocimiento de empresas expertas en el desarrollo, industrialización y comercialización de productos de estas características.

En este contexto, en 2010 se creó el consorcio formado por cuatro socios, dos empresas, Azbil Telstar Technologis y Grupo Luxiona, un centro de investigación, la Fundació Privada Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC) en cooperación con la UPC, y la Corporació Sanitària Parc Taulí, a través de la firma de un acuerdo de colaboración el 2 de Febrero del 2010 por el que se regulaban las aportaciones, actividades, derechos de licencia y comercialización y regalías de cada participante.

La empresa TELSTAR es una multinacional con su central en Terrassa que dedica su actividad, entre otras, al desarrollo de soluciones múltiples como el proceso de producción, esterilización, desinfección, tratamiento de aire, filtrado de aire y actividades afines y complementarias para la industria farmacéutica, de laboratorio y hospitalaria. El proyecto le ha permitido desarrollar un sistema de iluminación en flujo laminar para quirófanos que permite en primer lugar la estabilidad y limpieza del volumen de aire proporcionado por el sistema de flujo laminar, al mismo tiempo que facilita la operatividad en el proceso quirúrgico al eliminar cualquier tipo de obstáculo físico.

El Grupo LUXIONA dedica su actividad al diseño, fabricación y comercialización de aparatos de iluminación técnica y decorativa. El proyecto le permite a la compañía disponer de un producto innovador en el sector salud para la instalación en quirófanos y que puede extrapolarse a otros entornos hospitalarios.

IBEC es un centro de investigación en el campo de la bioingeniería y la nanomedicina ubicado en el Parque Científico de Barcelona, con el objetivo de desarrollar tareas de investigación y desarrollo de proyectos en el ámbito médico, sanitario e industrial.

Para la futura comercialización del producto se otorgó un contrato de licencia de explotación a favor de TELSTAR y LUXIONA y en contraposición las empresas deberán pagar a los socios tecnológicos una cantidad en concepto de regalías basadas en las ventas netas anuales.

La solución

A partir de un estudio observacional, que presentamos, sobre la utilización de las lámparas quirúrgicas en los bloques operatorios de nuestro hospital, hemos replanteado su diseño en base a las tecnologías actuales.

Varios factores son considerados en el momento de diseño o utilización del quirófano, para garantizar la seguridad del paciente y del personal sanitario. Uno de los factores que más preocupa en este entorno es el riesgo a las infecciones. De igual manera, el ambiente del quirófano, su diseño, la iluminación y la disposición de los equipos pueden influir en el personal sanitario durante la realización de la operación. La iluminación en quirófanos ha evolucionado desde la iluminación básica, halógenos, hasta llegar a los LEDs, y ha pasado a ofrecer no sólo iluminación general o focalizada sino que ya presenta sistemas más sofisticados como la inclusión de cámaras, shadow-less, identificación de tejidos, y otras características avanzadas para aplicaciones en cirugía abierta o por laparoscopia. Existen diferentes requerimientos de iluminación y del tipo de equipos a utilizar en el quirófano. Los cirujanos valoran la calidad de la luz y sistemas que no solo suministran una iluminación efectiva, integrada, que incluya una reducción de las sombras y el calor. En cambio las enfermeras, valoran más factores como por ejemplo la maniobrabilidad.

En vista de todo lo anterior, la solución para dar respuesta a los retos planteados se materializa con un sistema de iluminación inteligente para quirófano integrado en un panel de flujo laminar, que permite iluminar de forma fácil y precisa una determinada zona de trabajo de la mesa de quirófano a partir de señalar con un dispositivo que estará al alcance del cirujano en la dirección de la zona que se quiere iluminar. El sistema consta de los siguientes elementos:

- Panel de flujo laminar
- Sistema de iluminación
- Puntero
- Sistema de localización y control

El sistema ya comercial se muestra en la figura 2.



Fig. 2 Sistema de iluminación con equipo de flujo laminar integrado

Los beneficios que presenta este nuevo dispositivo respecto los actuales son los siguientes:

- **Distorsión 0 del flujo laminar:** Uno de los factores de riesgo que hay que controlar en un quirófano es el riesgo de infecciones, por lo tanto, es importante eliminar las turbulencias que se puedan producir en la zona de operaciones por la presencia de la estructura de la lámpara quirúrgica convencional.
- **Evita sombras en la zona de trabajo:** Cada elemento se orienta en dos grados de libertad de forma que puede orientarse automática o semi-automáticamente. Con ello se consigue una iluminación adecuada durante toda la intervención para que no haya sombras.
- **Maniobrabilidad y fácil gobernabilidad (automática y semi-automática):** Los sistemas de iluminación convencionales en los quirófanos están constituidos por un proyector dotado de uno o de varios focos, montado en un soporte multi articulado que permite moverlo tanto en posición como en orientación para poder proyectar la luz en el lugar y la dirección más favorable para el cirujano. Estos sistemas de iluminación son accionados manualmente con un mango integrado de forma que el equipo médico debe estar pendiente en todo momento de que la luz obtenida por el dispositivo sea la requerida durante toda la intervención.

- Con el sistema de luz inteligente, el posicionamiento y enfoque del haz de luz es automático, sencillo y práctico, pudiendo ser el propio cirujano quien accione el dispositivo para controlar directamente la mejor visibilidad.
- Evita colisiones con el personal quirúrgico: El hecho de que este nuevo sistema esté integrado en el techo de flujo laminar y las luces se muevan automáticamente, evita la intervención del personal auxiliar en el posicionamiento de la lámpara.
- Radiación de calor reducida.
- Bajo consumo y más durabilidad

Propiedad intelectual e industrial

Del producto diseñado se ha solicitado varias patentes que pertenecen al consorcio creado para el proyecto y está repartida al 25% entre los integrantes del grupo en el caso de patentes europeas.

Para las patentes internacionales la cotitularidad pertenece a partes iguales a CSPT, Azbil Telstar Technologis e IBEC, habiendo el Grupo Luxiona cedido sus derechos al resto del consorcio. Las patentes solicitadas se han extendido a 17 países.