
IMPACTO DE LAS PATENTES PARA EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BOGOTÁ

Luis Alejandro Rojas*

Resumen

Rojas, Luis Alejandro. "Impacto de las patentes para el servicio de energía eléctrica en Bogotá", *Cuadernos de Economía*, v. XXIV, n. 43, Bogotá, 2005, páginas 161-196

Las autoridades colombianas han inducido a las empresas de distribución de energía eléctrica a utilizar nuevas tecnologías compatibles con los altos niveles de calidad requeridos para ofrecer el servicio. Estas empresas han comprado equipos que tienen patentes sobre proceso, que la Superintendencia de Industria y Comercio reconoce por un periodo de veinte años. En este artículo se determina la duración óptima de la patente para tres tipos de equipos en las condiciones de Bogotá, y se compara el costo para ese periodo de vigencia con el de la duración óptima.

Palabras claves: propiedad intelectual, patentes, energía eléctrica. **JEL:** L16, L94, 034.

* Ingeniero electricista y magíster en economía de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Este es un resumen de la tesis de grado de la maestría en economía, la cual recibió mención meritoria. El autor agradece los comentarios del profesor Álvaro Zerda. Enviar los comentarios al correo: larojasc@udistrital.edu.co. Artículo recibido el 13 de junio de 2005, aprobada su publicación el 1 de noviembre.

Abstract

Rojas, Luis Alejandro. "The impact of patents on providing electricity in Bogotá", Cuadernos de Economía, v. XXIV, n. 43, Bogotá, 2005, pages 161-196

Colombian authorities have induced electricity supply companies to use new technology compatible with the high levels of quality required for offering such service. These companies have bought equipment which comes with patents concerning the process which are recognised by the Superintendence of Industry and Commerce for twenty years. The optimum duration of patents for three types of equipment, in the conditions prevailing in Bogotá, is determined in this article and the cost for this warranty period is compared to optimum duration.

Key words: intellectual property, patent, electricity supply.
JEL: L16, L94, 034.

Résumé

Rojas, Luis Alejandro. "Impact des brevets sur le service d'électricité à Bogotá", Cuadernos de Economía, v. XXIV, n. 43, Bogotá, 2005, pages 161-196

Les autorités colombiennes ont induit les entreprises de distribution d'électricité à utiliser de nouvelles technologies compatibles avec les hauts niveaux de qualité requis pour distribuer ce service. Ces entreprises ont acheté des équipements qui possèdent des brevets d'utilisation, que la Surintendance de l'Industrie et du Commerce reconnaît pour une période de vingt ans. Cet article détermine la durée optimale du brevet pour trois types d'équipements dans les conditions de Bogotá, et compare le coût pour cette période de validité avec celui de la durée optimale.

Mots clés: propriété intellectuelle, brevets, électricité.
JEL: L16, L94, 034.

En este artículo se estudian tres modelos de cálculo del tiempo óptimo de una patente con el fin de determinar la duración adecuada para el caso de equipos eléctricos instalados en la infraestructura de distribución de energía eléctrica en Bogotá, diferenciando entre inventores nacionales o extranjeros. El principal inconveniente en este aspecto es que en Colombia la Superintendencia de Industria y Comercio ha asignado una protección por veinte años, de acuerdo con la legislación internacional y nacional vigente, y en el caso de equipos eléctricos existen varias patentes sobre procesos reconocidas a los fabricantes, lo que podría encarecer significativamente el costo de la calidad del servicio.

Los veinte años de duración de la protección de patente fueron establecidos por la Organización Mundial del Comercio (OMC) para cualquier sector de la tecnología y sin distinción entre países, desconociendo los argumentos de los estudios sobre patentes en cuanto a la necesidad de diferenciar la protección de acuerdo con el sector económico y el tratamiento preferencial hacia los países en desarrollo.

Por esas razones, este trabajo aporta a la discusión una metodología que luego de seleccionar un modelo de cálculo de tiempo óptimo de una patente, microeconómicamente fundamentado, se aplique a Bogotá tomando en cuenta las características del sector de distribución de energía eléctrica, como el número de equipos instalados, su curva de demanda, el porcentaje de reducción del costo marginal con el proceso patentado, la tasa de descuento del fabricante, el nivel de inversión en investigación y desarrollo (I+D), así como el poder de mercado del fabricante con patente.

El artículo tiene cinco secciones: la primera es la revisión teórica de los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) y de las características de un sistema de patentes. La segunda analiza tres modelos para calcular el tiempo óptimo de una patente. La tercera expone los criterios de

selección del modelo para el cálculo del tiempo óptimo de una patente en equipos de energía eléctrica. En la cuarta se aplica el modelo adaptado a tres equipos de distribución de energía eléctrica en Bogotá. En la quinta, se calcula el costo del sistema de patentes con los tiempos óptimos y se compara con el costo para el tiempo de veinte años que asume actualmente la legislación. Se termina con las recomendaciones de las políticas que debería asumir el país en cuestiones de protección de la propiedad intelectual con base en los resultados obtenidos.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Desde finales del siglo XX se ha consolidado en el mundo la llamada ‘sociedad del conocimiento’ que tiene como elementos principales una mayor cantidad de conocimiento incorporada en bienes y servicios y una menor distancia entre la producción de ciencia y su aplicación en el aparato productivo (Zerda 2003, 1). Debido a esto, la propiedad sobre el conocimiento se ha convertido en una herramienta que las empresas utilizan para ser más competitivas. Sin embargo, el conocimiento tiene características de bien público parcialmente excluible, un costo marginal de producción igual a cero, no es escaso ni agotable una vez creado y es indivisible. Estos elementos hacen que el sector privado no esté interesado en producir y difundir el conocimiento en condiciones de mercado competitivo ya que no podría obtener ningún beneficio económico de estas actividades al no existir la condición de apropiabilidad. Como solución a estas externalidades, los gobiernos ofrecen incentivos al sector privado al otorgar el monopolio de explotación –que conduce a una escasez artificial del conocimiento– institucionalizando los derechos de propiedad intelectual (DPI). Los DPI son instrumentos que garantizan la propiedad sobre el conocimiento producido por determinado individuo o institución privada, de forma que nadie más pueda utilizarlo, garantizando entonces un monopolio de explotación sobre el uso de este conocimiento en forma de algún producto o proceso productivo bajo el supuesto de que el beneficio de la sociedad se incrementa al motivar el desarrollo de invenciones (Mazzoleni y Nelson 1998a, 1033). El principal inconveniente con los DPI es que al crear el monopolio, la cantidad de conocimiento que ofrece el mercado es de todas formas inferior a la cantidad de conocimiento óptimo para la sociedad. Entonces, los DPI aumentan los incentivos para

la innovación, principalmente en los países que están enfocados hacia la producción de conocimiento pero pueden deteriorar el bienestar de la sociedad, particularmente, de los países subdesarrollados con menores recursos asignados en I+D (Deardoff 1992).

La OMC en su acuerdo sobre “Aspectos de propiedad intelectual relacionados con el comercio” (ADPIC) definió dos tipos diferentes de protección: propiedad industrial y derechos de autor. La propiedad industrial se define como el derecho de los inventores, innovadores o diseñadores de los productos que marquen un avance técnico y que tengan nivel inventivo. Los instrumentos de protección que la componen son: patentes, modelos de utilidad, secretos industriales, diseños industriales, marcas, bases de datos, diseños de circuitos integrados y denominaciones de origen. El objetivo de estas divisiones es otorgar una protección tan amplia como sea posible a todo tipo de innovación que se puede presentar en el ambiente industrial. Enseguida unas precisiones:

Las patentes están constituidas para proteger procesos de significativa innovación en la industria. Son el mecanismo de protección de la propiedad industrial que en teoría tiene más restricciones, por lo que se podría afirmar que es el mecanismo que más incide en el avance de la innovación tecnológica. Deben cumplir con los requisitos de altura inventiva, no obviedad y aplicación industrial. Se otorgan por un periodo de veinte años sobre productos o procesos productivos (Baughn, Bixby y Woods 1997, 61).

Los modelos de utilidad son para la protección de innovaciones incrementales. Es un criterio más suave que las patentes –se les conoce como pequeñas patentes– en donde se validan pequeños avances sobre productos o procesos industriales ya patentados. Por esta razón sólo necesitan los requisitos de no obviedad y aplicación industrial. Se otorgan por diez años (Zerda 2004).

Los secretos industriales son estrategias de innovación acelerada que llevan a cabo las empresas para enfrentar a la competencia. No se hace ningún tipo de registro. Un ejemplo de la aplicación del secreto es la propuesta de las empresas multinacionales de medicamentos de no tener que registrar ante los países ninguna información acerca de con qué o cómo se fabrican sus productos para evitar que los competidores o los

mismos estados tengan información clave. Sin embargo, el secreto es una negación de la posibilidad del avance del conocimiento.

Dada la imperfección de los mecanismos de protección en propiedad industrial, se desarrollaron instrumentos como la protección del diseño de circuitos integrados por un periodo de diez años con el objetivo de proteger al sector de la electrónica, la protección de diseños industriales por ocho años y la protección sobre el diseño de bases de datos por quince años. Además se reconoce protección sobre las marcas por un periodo de diez años.

Estos esquemas representan el marco de referencia que todos los países deben implementar en lo referente a propiedad intelectual. Infortunadamente su aplicación es uniforme y no tiene en cuenta las diferencias de desarrollo económico entre los países. Se parte del supuesto equivocado de considerar que a todos los países les beneficia de igual forma una fuerte protección de la propiedad intelectual.

La posición de Colombia acerca de la protección de la propiedad intelectual se ajusta a las normas internacionales (ADPIC/OMC) y es común a la de los demás países andinos¹. Reconoce patentes por veinte años sobre productos y procesos bajo requisitos de novedad, invención y aplicación industrial. No reconoce patentes de segundo uso y da la posibilidad de usar licencias obligatorias en casos de amenaza a la seguridad nacional y a la salud pública; también son posibles las importaciones paralelas. Además, la legislación contempla la figura del secreto industrial. La Superintendencia de Industria y Comercio reconoce los diversos tipos de protección de la propiedad intelectual en Colombia.

Los criterios fundamentales al otorgar una patente, según la mayoría de modelos que presenta la literatura, son: tiempo de duración, amplitud y tipo, sea sobre producto o sobre proceso.

El tiempo de duración (*length*) aparece como el criterio más importante y el único que se asigna por parte de los gobiernos como elemento de

¹ Decisiones 351 Régimen común sobre derechos de autor y derechos conexos, 345 Régimen común de protección a los derechos de los obtentores de variedades vegetales, 391 Régimen común sobre acceso a recursos genéticos y 486 Régimen común sobre propiedad industrial.

protección a la innovación tecnológica. Se dice que entre más tiempo de protección se otorgue, más inversión en I+D efectuará el sector privado y con esto se incrementará el avance en innovación tecnológica, es decir se producirán más invenciones.

La amplitud de la patente (*breadth*) es un criterio difuso, cuya medición cambia de interpretación dependiendo de los autores. Sin embargo, sí hay acuerdo en su concepto. Se refiere a la tasa de interés procedente de la innovación, es decir, la cantidad de dinero que deben ganar los inventores durante el tiempo de duración de la patente. Nordhaus considera que la amplitud se mide como el cubrimiento que tiene el sistema de patentes para evitar que los imitadores utilicen la innovación protegida. Si la amplitud es total significa que el sistema de patentes provee completa protección a la invención y que todas las ganancias provenientes de la innovación serán para el inventor. Por el contrario si la amplitud es mínima, las ganancias del inventor tenderán a cero ya que deberá compartir las utilidades de la invención con una gran cantidad de imitadores (Kaufer 1989, 25-26). Por otro lado, R. Gilbert y C. Shapiro identifican la amplitud como el beneficio del inventor durante el tiempo de la patente traído a valor presente bajo el supuesto de que el sistema de patentes ofrece total protección sobre la invención (Gilbert y Shapiro 1990, 107). Cualquiera sea el caso, los gobiernos no asignan la amplitud de la patente, es decir no existe un límite de cuánto debe ganar un inventor por un producto o proceso patentado y, además, existe un desconocimiento del efecto que tiene la amplitud de la patente sobre su duración. En este sentido, la amplitud de la patente se recoge en la legislación con la restricción que se impone a otorgar patentes a innovaciones *cercanas*, es decir, con la dureza de los requisitos para patentar. La amplitud será más amplia si los requisitos son muy exigentes (novedad absoluta) y lo contrario.

El tipo de patente es un criterio que la literatura, en general, no diferencia explícitamente y que puede generar inconvenientes ya que la forma de modelarlo en microeconomía es diferente y por tanto afecta el cálculo del tiempo de duración óptima de una patente. Se pueden reconocer dos tipos: patentes sobre productos y sobre procesos.

Patentes sobre productos

En este caso, la firma innovadora o dueña de la patente es la única que puede comercializar el producto patentado ejerciendo así un poder de monopolio. Siendo la única oferente del mercado, sin ningún competidor, asigna un precio de mercado mayor al costo marginal. La pérdida para la sociedad radica en la diferencia de precio con respecto al costo marginal que debe pagar durante el tiempo de duración de la patente. Este modelo es el asumido por A. Deardoff cuando concluye que la incidencia de extender un fuerte sistema de patentes (tiempo de duración de la patente grande) hacia los países subdesarrollados es nocivo en términos de pérdidas para la sociedad (Deardoff 1992, 35-51). También, O'Donoghue, Scotchmer y Thiese (1998, 3) aunque no se refieren explícitamente a patente sobre producto, lo denominan como esquema de *lagging breadth*, donde las firmas competidoras que no tienen la patente sobre el producto pueden copiarlo finalmente y de esta forma producir un sustituto cercano, mas no idéntico que sería el castigado por el sistema de patentes, y entrar a una competencia imperfecta. Según estos autores, esta forma de patentamiento reduce los tiempos de efectividad del sistema, es decir, la vida real de la patente es menor que su vida nominal y no es efectiva para incentivar la inversión en I+D. Este concepto es ratificado por S. Scotchmer (1996), al afirmar que el énfasis del sistema de patentes debería estar en la investigación base, más que en los productos que se pueden derivar de ésta.

Un ejemplo práctico del esquema de patentes sobre productos es el caso del sector farmacéutico, en el que la firma innovadora patenta su medicamento y solamente ella puede ofrecerlo al mercado a un precio mayor que el costo marginal².

Patentes sobre procesos

En este caso, la firma innovadora es dueña de una patente sobre un proceso de fabricación que le permite producir un producto determinado a un costo marginal menor que el de sus competidores. De esta forma, al

² Los precios de los medicamentos patentados en Colombia con respecto a sus similares genéricos tienen un mayor precio, en promedio, del 61% (Zerda 2004).

estilo de competencia en precios de Bertrand, la firma con menores costos marginales ofrece un precio de mercado del producto menor que el de su competencia, llevándose consigo todo el mercado disponible. A diferencia de la patente sobre producto, los competidores no pueden ser eliminados por el sistema de patente ya que éste protege el proceso que conduce al producto, pero no este último. Para una firma, la ventaja de tener la patente es que puede eliminar a sus competidores al utilizar el nuevo proceso en la fabricación del producto ofreciendo al consumidor un precio de mercado más bajo que estos. Este precio está por encima del costo marginal que tiene la firma dueña de la patente, ya que aprovecha su posición dominante dentro del mercado. De esta manera, la sociedad encara como pérdida durante el tiempo de la patente la ganancia de la firma innovadora, es decir la diferencia entre el precio de mercado del producto y su costo marginal, porque si no existiese protección todas las firmas podrían usar el nuevo proceso de fabricación y ofrecerían al consumidor un precio muy cercano al costo marginal.

Este tipo de modelación es considerado por O'Donoghue *et al.* (1998, 3) como esquema de protección a la ciencia básica (*leading breadth*) donde lo que protege el sistema de patentes no es el producto sino el conocimiento necesario para fabricarlo, y el tiempo real de patente es igual al tiempo nominal de ésta al no poder imitarse el producto fácilmente, por lo que se incentiva una mayor inversión en I+D. Respecto al tiempo óptimo de patente, el modelo clásico de Nordhaus, está fundamentado para patentes sobre procesos, aunque considera que las ganancias de la firma innovadora no provienen de ofrecer al consumidor un precio de mercado menor que el de la competencia, sino que provienen de las regalías cobradas a ésta, es decir, la patente se vende como si existiese licenciamiento obligatorio (Nordhaus 1972, 428-431).

Patentes en equipos de calidad de energía eléctrica

Características principales de los equipos

Los equipos de calidad de energía eléctrica son utilizados en las líneas de distribución de energía eléctrica de media tensión (en Bogotá 11.400 voltios) para minimizar la duración de los cortes del servicio en horas o técnicamente el parámetro DES, así como el número de veces que estos

se presentan, que se denomina el parámetro FES. En otras palabras, aquí el concepto de calidad está relacionado inversamente con los tiempos de interrupción del servicio de energía eléctrica en la ciudad, o sea que un servicio con 100% de calidad, quiere decir que nunca le quitan la luz. Existen tres equipos básicos que se encargan de cumplir estas funciones dentro del sistema, a saber: reconectores, seccionalizadores e indicadores bajo falla.

Los reconectores son tres interruptores que en el momento de una falla dentro del sistema desconectan el circuito con problemas y proceden a reconectarlo una vez la falla ha sido solucionada. Se encargan de minimizar la duración de los cortes del servicio así como el número de cortes presentados.

Los seccionalizadores son muy parecidos a los reconectores en su construcción y funcionamiento. La única diferencia sustancial es que estos equipos únicamente se encargan de minimizar la duración de los cortes del servicio, no la frecuencia.

Finalmente, los indicadores bajo falla son elementos lumínicos que señalan si el circuito al que está conectado presenta algún problema. Sirven para identificar qué derivaciones de un circuito principal están dañadas para facilitar la ubicación del problema y efectuar rápidamente la reparación por parte de los operarios.

Tipo de patentes

Un ejemplo práctico del esquema de patentes sobre procesos es el caso de los anteriores equipos, en donde lo que se patenta como tal no es el equipo, el cual puede ser fabricado por varios oferentes de forma libre (como ABB, Cooper Industries, Yaskawa, General Electric, etc.), sino sus procesos de fabricación, en donde las patentes que se conceden permiten que la firma innovadora, o el inventor, obtengan una ventaja competitiva a través del menor costo marginal de su producción en relación con sus rivales, de manera que pueden ofrecer al consumidor un menor precio de mercado de los equipos.

MODELOS PARA EL TIEMPO ÓPTIMO DE UNA PATENTE

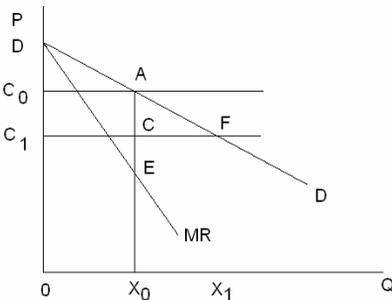
En esta sección se exploran tres modelos típicos de cálculo del tiempo óptimo de una patente, para identificar el que mejor se puede adaptar al caso de los equipos eléctricos en Bogotá.

Modelo de Nordhaus

Nordhaus fue el primero en formular el problema del cálculo del tiempo óptimo de una patente. En su modelo original de patentes sobre procesos adoptó los siguientes supuestos: invenciones pequeñas o corrientes; las patentes dan plena protección a la invención; la tasa de descuento social es igual a la privada; no hay competencia entre patentes, sólo hay un inventor; el licenciamiento es obligatorio, así el inventor o dueño de la patente la debe vender a todas las firmas; el inventor y los productores son agentes diferentes que no pueden intercambiar sus papeles; y existe competencia en el mercado de productos.

Existe una industria competitiva que produce con costos marginales C_0 , una demanda X_0 y un precio C_0 . El inventor idea un proceso que reduce los costos de C_0 a C_1 pero como no puede participar en la producción directamente y el licenciamiento es obligatorio, vende la patente a todas las firmas, que siguen vendiendo al precio C_0 , y que en conjunto deben pagar al inventor las regalías correspondientes al rectángulo $C_0 C_1 CA$ que constituyen sus ingresos (gráfica 1).

GRÁFICA 1
 MODELO DE NORDHAUS DE PATENTES SOBRE PROCESOS



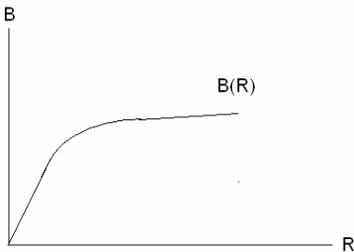
Los beneficios del inventor (II) corresponden a la resta sus ingresos durante el tiempo de duración de la patente (desde 0 hasta el tiempo óptimo T^*) expresados en valor presente menos la cantidad de dinero invertida en I+D para lograr su invención.

$$II = V - R \quad [1]$$

Se asume que si el inventor gasta más dinero en I+D, obtendrá más reducción en el costo marginal del proceso. Este hecho se grafica en la llamada Función de Posibilidad de Invención (IPF), la cual relaciona la proporción de reducción del costo marginal del proceso (B) como función de la cantidad de dinero invertida en I+D, (R). Se supone una forma exponencial de esta función.

$$B = \beta R^\alpha \quad \text{y} \quad \beta > 0, \alpha < 1 \quad [2]$$

GRÁFICA 2 FUNCIÓN DE POSIBILIDAD DE INVENCION (IPF)



Al normalizar C_0 en uno, y utilizar la función de posibilidad de invención en [1], se toma la condición de primer orden derivando respecto a R y, entonces, se pueden despejar los niveles de gasto en I+D que estará dispuesto a asumir el inventor dependiendo de la tasa de interés (r) predeterminedada que la sociedad este de acuerdo en entregarle por su esfuerzo y dedicación. A medida que se le dé más tasa de interés al inventor este gastará más dinero en I+D y, por lo tanto, inventará procesos de fabricación que reduzcan de manera más drástica los costos marginales respectivos. El problema del gobierno consiste en determinar el tiempo óptimo de la patente T^* que maximice los beneficios para la sociedad (beneficios del inventor mientras dura la patente desde el

tiempo 0 hasta T^* más el beneficio del consumidor cuando expira la patente desde el tiempo T^* hasta infinito menos el costo de I+D asumido por el inventor) sujeto a la restricción de otorgarle al inventor una tasa de interés exógenamente determinada.

De esta forma se tienen las ecuaciones [1] y [2] de Nordhaus (1972, 428), con lo que se puede calcular directamente el tiempo T^* . Las conclusiones de este modelo son las siguientes:

- Permite el cálculo directo de T^* tomando en cuenta todas las variables del problema real: la curva de demanda del producto, la elasticidad de sustitución, la tasa de interés, la inversión en I+D de los inventores y la reducción del costo marginal que produce el proceso patentado.
- La tasa de interés es una variable exógena; su valor se selecciona de forma arbitraria. Es una debilidad del modelo, ya que no existe una forma objetiva con la cual el gobierno pueda distinguir qué campos de investigación requieren más esfuerzo en I+D y, por tanto, merecen mayor remuneración. Esta tasa de interés es inversamente proporcional a T^* , por lo que su errónea selección conduciría a una asignación equivocada del tiempo óptimo de patente.
- El supuesto de licenciamiento obligatorio es restrictivo, ya que en el caso de patentes sobre procesos usualmente una firma desarrolla o compra la patente (exclusividad absoluta) y utiliza esa ventaja de producir a costos marginales menores ofreciendo un precio de mercado del producto menor que el de sus competidores y expulsándolos del mercado (a la manera de competencia en precios de Bertrand).
- El supuesto de que el inventor de la patente y las firmas son dos agentes que no pueden intercambiar roles también es restrictivo ya que usualmente las firmas tienen sus propias unidades de I+D y pueden lograr sus propias innovaciones y patentarlas.

Modelo de Gilbert y Shapiro

R. Gilbert y C. Shapiro (1990, 106-112) sugieren que la duración de las patentes debería ser infinita, si se le reconoce al inventor o firma innovadora una ganancia óptima (π^*) traída a valor presente. Las

diferencias con el modelo de Nordhaus se encuentran en dos conceptos fundamentales: primero, este modelo se refiere a patentes sobre productos y no sobre procesos, ya que se dice que las ganancias del inventor o firma innovadora se conciben como los incrementos que se tienen por encima del costo marginal. Segundo, mientras Nordhaus fija la tasa de interés o ganancia que merece el inventor y luego calcula el tiempo T^* , en este caso se fija T^* en infinito y se determina la ganancia óptima que percibirá el inventor. Sin embargo, los autores plantean esa ganancia de forma simbólica, y no explican cómo se podría calcular.

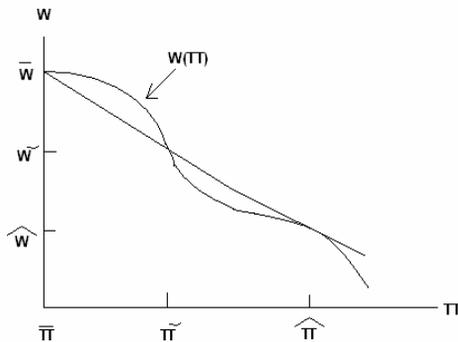
Del modelo se obtiene que la derivada del beneficio neto de la sociedad (Ω) respecto al tiempo de patente otorgado (T), es mayor que cero, de forma que entre mayor sea T , mayor será el beneficio de la sociedad, lo que justifica una duración infinita de la patente. Sin embargo, se fija la condición necesaria de que las utilidades del inventor traídas a valor presente no sobrepasen un valor óptimo π^* . Se describe una función de beneficio social $W(\pi)$, donde π es el beneficio del inventor traído a valor presente. Estas variables tienen una relación inversa pues, a medida que aumentan las utilidades del inventor, disminuye el beneficio social. La ganancia óptima del inventor π^* es aquella donde el beneficio social no ha disminuido significativamente respecto al beneficio que la sociedad obtendría si no se otorgase ninguna remuneración al inventor ($\pi=0$); es la zona donde $W'(\pi) < 0$ y $W''(\pi) < 0$. Más allá de este punto ($\pi > \pi^*$), el beneficio de la sociedad disminuye aceleradamente a medida que aumentan las utilidades del inventor. La forma de la función $W(\pi)$ se puede ver en la gráfica 3. Este modelo pretende mostrar que dado el *trade off* entre el beneficio del inventor y el costo para la sociedad, lo mejor es retribuirle al inventor un pago pequeño durante un plazo infinito, para que la sociedad se afecte lo menos posible.

Las conclusiones generales de este modelo son:

- Gilbert-Shapiro y Nordhaus consideran de diferente forma el beneficio de la sociedad; mientras que Nordhaus incluye los beneficios de los inventores en el beneficio de la sociedad, Gilbert y Shapiro los trabajan por separado, y cuando se refieren a los beneficios de la sociedad, en realidad, están hablando de los beneficios del consumidor. Este hecho genera confusiones al sugerir que las patentes deberían ser infinitas, además de no permitir hacer comparaciones directas entre los modelos.

- Este modelo no es útil para calcular el tiempo óptimo de patente, no sólo porque una patente infinita es imposible, sino que además no dan herramientas microeconómicas ni elementos empíricos que permitan entender cómo se podría definir la ganancia π del inventor en función de algunas variables básicas del problema como la curva de demanda, el dinero invertido en I+D por parte del inventor, la tasa de interés, etc.

GRÁFICA 3
 FUNCIÓN DE BENEFICIO SOCIAL $W(\Pi)$ EN EL MODELO DE GILBERT Y SHAPIRO



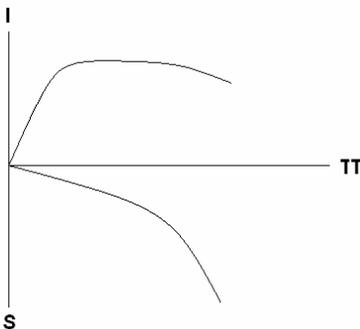
Modelo de Denicolo

El modelo de V. Denicolo tiene como objetivo encontrar los elementos claves en el sistema de patentes respecto a la combinación entre la ganancia del inventor (*breadth*) y el tiempo óptimo (*length*) (Denicolo 1996, 249-265). Algunos modelos como Gilbert y Shapiro (1990) consideran que las patentes deben ser de duración infinita y con pequeña ganancia para el inventor, otros como N. Gallini dicen que las patentes deben ser de duración corta y de ganancia infinita (Gallini 1992, 52-63) y finalmente autores como Nordhaus (1972) son indiferentes en la mezcla entre duración de la patente y ganancia para el inventor, ya que si bien ellos calculan el tiempo de la patente y no la ganancia, la tasa de interés en este modelo es exógena, por lo que cualquier valor de ésta es igualmente admitido. Denicolo explica que estas aparentes

contradicciones entre los resultados de los modelos se deben a que cada uno de ellos corresponde a condiciones particulares del mercado. Explica las diferencias entre los modelos en términos matemáticos comparando la incidencia de la amplitud y del tiempo en el beneficio social y privado para cada uno de los tres casos. Conceptualmente ese mismo análisis se puede realizar (Takalo 2001, 33-40) a través de la construcción de las gráficas del incentivo para innovar (I) y de la pérdida social (S) como función de la amplitud o ganancia del inventor (π) y la comparación para los casos diferentes. Los resultados son los siguientes:

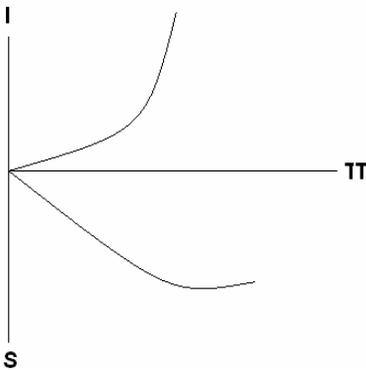
- Si la función de incentivo para innovar y de pérdida social son ambas cóncavas como en la gráfica 4, entonces, incrementar la amplitud de la patente es perjudicial ya que el incentivo a innovar se desacelera y las pérdidas sociales se disparan. Así, la amplitud de la patente debería ser tan corta como fuese posible, pero para compensar se debería fijar el tiempo de la patente como infinito. Este enfoque es similar al de Gilbert y Shapiro. Se puede concluir que un sistema de patentes con duración infinita y amplitud muy pequeña se debería utilizar en sectores de la economía donde una mayor tasa de interés ofrecida a los inventores no justifica que estos inviertan más recursos en I+D porque el campo de investigación en ese tema ya ha llegado a un punto de saturación o de rendimientos decrecientes (parte decreciente de la función I) pero que sí afecta el beneficio de la sociedad al quitarles recursos.

GRÁFICA 4
INCENTIVO PARA INNOVAR Y PÉRDIDA SOCIAL CÓNCAVAS
MODELO DE GILBERT Y SHAPIRO



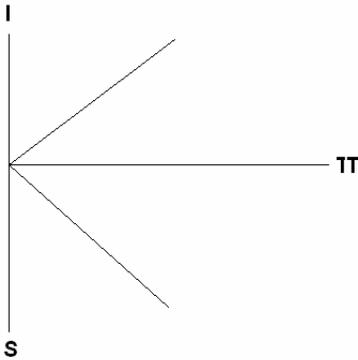
- Si las funciones de incentivo para innovar y pérdida social son ambas convexas como en la gráfica 5, la política óptima de patentes debe ser asignar una amplitud infinita que estimula positivamente la innovación, mientras las pérdidas sociales se estancan en un punto bajo. El tiempo de patente debería ser muy corto para compensar las grandes ganancias que reciben los inventores. Este modelo es compatible con las consideraciones de Gallini (1992), y se debería aplicar a sectores de la economía que están en constante evolución, donde lo que se hace hoy es obsoleto en el corto plazo.

GRÁFICA 5
 FUNCIONES DE INCENTIVO A INNOVAR Y PÉRDIDA SOCIAL CONVEXAS, MODELO DE GALLINI



- Finalmente, si las funciones de incentivo para innovar y pérdida social son lineales (gráfica 6), no se puede decir nada acerca de la combinación entre amplitud y duración de la patente porque los efectos se anulan: un aumento en la amplitud de la patente conduce a un incremento en el incentivo a innovar que es igual a la proporción de pérdida social obtenida. Este es el caso del modelo de Nordhaus. Puede ser el caso de sectores normales de la economía, en donde los efectos de aumentar las ganancias para el inventor en el corto plazo no son significativos ni para estimular la innovación, ni para incrementar las pérdidas sociales.

GRÁFICA 6
FUNCIONES DE INCENTIVO A INNOVAR Y PÉRDIDA SOCIAL
LINEALES, MODELO DE NORDHAUS



Los tres modelos exponen los conceptos básicos que se deben tener en cuenta en el momento de asignar la duración de una patente. Sin embargo, los modelos de Gilbert - Shapiro y Denicolo no precisan cómo se pueden obtener las variables que utilizan en sus modelos y tampoco presentan los trabajos econométricos que permita obtener conclusiones. Mientras que Nordhaus intenta elaborar estimadores de sus variables y presenta tablas donde se calculan los tiempos óptimos de patente en diferentes escenarios (Nordhaus 1969, cap. 5).

CÁLCULO DEL TIEMPO ÓPTIMO DE UNA PATENTE

Se eligió el modelo de Nordhaus para calcular el tiempo óptimo de las patentes en equipos eléctricos de energía eléctrica, por estas razones:

- Es el único que calcula explícitamente el tiempo óptimo de patente en función de variables que se pueden medir para este problema real como la curva de demanda, la tasa de interés, el dinero invertido en innovación y la proporción de reducción del costo marginal obtenido por el proceso patentado. Esta ventaja permite hacer una comparación inmediata entre el tiempo estimado y los veinte años asignado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

- Mientras que los otros modelos no especifican el tipo de patentes que se está trabajando (procesos o producto), este modelo está diseñado para patentes sobre procesos con innovaciones pequeñas, que es el caso de las patentes en equipos de calidad de energía eléctrica.

Modificación del modelo escogido

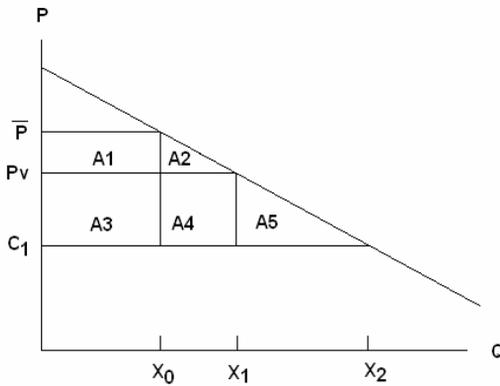
Los equipos de calidad del servicio de energía eléctrica más representativos en la infraestructura del sistema de distribución existentes en Bogotá son: reconectores, seccionalizadores e indicadores bajo falla. En este caso se patentan por parte de las firmas algunos procesos productivos para la construcción de estos equipos³ que le otorgan a la firma dueña de una o varias patentes la ventaja de poder producir a un costo marginal menor que les permite ofrecer un precio de mercado también menor con lo que pueden desplazar a sus competidores.

En la gráfica 7 se representa un equipo eléctrico de calidad de energía, ofrecido a un precio promedio de mercado \bar{P} por varias firmas, una de ellas ha desarrollado una innovación que es patentada y le permite producir el equipo a un costo marginal menor C_i . Sin embargo, la firma innovadora no vende a costo marginal sino que aprovecha su posición dominante y vende a un precio de mercado P_i , con lo que a manera del esquema de competencia en precios de Bertrand excluye del mercado a todos sus competidores. El problema del gobierno es definir el tiempo T^* óptimo de patente para maximizar los beneficios de la sociedad bajo la restricción de darle al inventor una determinada tasa de interés r . Durante el tiempo de duración de la patente, los beneficios de la sociedad serán las áreas $A1+A2$ que representan el excedente de los consumidores como consecuencia de la presencia de la firma innovadora ya que la demanda se expandió de X_0 hasta X_1 más los beneficios de la firma innovadora, es decir las áreas $A3+A4$. Después de que expire la patente, el beneficio de la sociedad será la totalidad de las áreas $A1+A2+A3+A4+A5$. El *trade off* del sistema de patentes consiste en que mientras éste se encuentra vigente existe una pérdida para la sociedad del

³ Respecto a patentes sobre equipos eléctricos en calidad de energía, en Estados Unidos están registradas como patentes sobre procesos: 2.314 para reconectores, 210 para seccionalizadores y 77.205 para indicadores bajo falla (consultado en www.globalspec.com, abril de 2004).

área $A5$, ya que los consumidores no pueden disfrutar de una expansión de la demanda hasta X_2 , es decir, un aumento en la cantidad de equipos instalados en la ciudad, más el dinero R necesario en I+D para lograr la invención. Este último es el que determinará las diferencias entre un inventor nacional y uno extranjero, ya que ambos tienen niveles de gasto diferentes que inciden directamente en la proporción de reducción del costo marginal de los procesos que producen, y por tanto en el beneficio de la sociedad.

GRÁFICA 7
ESQUEMA DEL MODELO DE NORDHAUS MODIFICADO



Formalmente el beneficio de la sociedad S sería:

$$S = (A1 + A2 + A3 + A4)((1 - e^{-rT^*})/r) + (A1 + A2 + A3 + A4 + A5)(e^{-rT^*}/r) - R \tag{3}$$

Agrupando términos semejantes se tiene:

$$S = ((A1 + A2 + A3 + A4)/r) + A5(e^{-rT^*}/r) - R \tag{4}$$

Los beneficios de los inventores se tratarán como en el modelo de Nordhaus. Considerando el precio promedio igual a uno, y definiendo el parámetro ρ (entre 0 y 1) como la proporción de reducción del costo

marginal que la firma innovadora ofrece a los consumidores con su precio de mercado P_v entonces:

$$\rho B = P_v - C_1 \tag{5}$$

Si se considera una IPF como en [2] y se aplica la condición de primer orden derivando respecto a R , e igualando a cero se tiene que:

$$\beta \alpha R^{\alpha-1} = r / ((1 - e^{-rt}) \rho X_1) \tag{6}$$

El tiempo óptimo de patente T^* , es aquel que maximiza [4] sujeto a [6].

Algoritmo de cálculo del tiempo óptimo

Una vez se tienen los datos reales del problema como la curva de demanda (de donde se extraen los precios promedio y los de mercado de la firma innovadora) y se han fijado los parámetros r, ρ, β, α así como la estimación del gasto en I+D para lograr una patente sobre proceso en un equipo eléctrico, se calcula el tiempo óptimo de la patente T^* , para cada uno de los tres equipos seleccionados: reconectores, seccionalizadores e indicadores bajo falla, bajo el siguiente procedimiento:

1. Definir el parámetro K , que será la máxima pérdida de bienestar que la sociedad está dispuesta a soportar por un sistema de patentes. Ese factor se define como la relación entre el beneficio social para un tiempo de patente otorgado t_x sobre el beneficio social máximo (cuando el tiempo de patente es cero). Por ejemplo, si se escoge $k_{min}=0,8$ quiere decir que la sociedad para un determinado valor de t_x solamente está dispuesto a perder un 20% de bienestar máximo al imponerse un sistema de patentes.

$$K = (((A1 + A2 + A3 + A4) / r) + A5(e^{-rt_{x}^*} / r) - R) / (((A1 + A2 + A3 + A4 + A5) / r) - R) \tag{7}$$

2. De la ecuación [6], deducir el tiempo de patente mínimo que requiere el inventor para premiar su invención y despeararlo de acuerdo con los parámetros dados. Entonces se tiene:

$$t = (\ln(1 - (r / \rho\beta\alpha X_1 R^{\alpha-1}))) / -r \quad [8]$$

3. Se reemplaza el tiempo despejado en [8] como el tiempo t_x de la ecuación [7] y se compara con el K mínimo aceptado por la sociedad. Si $K > K_{\min}$, entonces t_x es el tiempo óptimo de patente T^* ; si no es así, redefinir el valor de la tasa de interés r a un valor menor que el predeterminado y volver al segundo paso.

APLICACIÓN DEL MODELO EN EQUIPOS DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BOGOTÁ

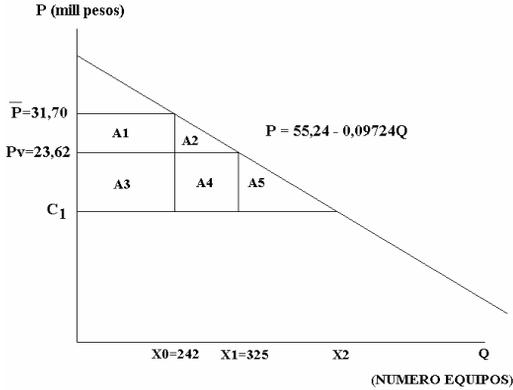
A continuación se analiza la información de los tres tipos de equipos del servicio de energía eléctrica de Bogotá, y su utilización en el cálculo de las variables del modelo de tiempo óptimo adaptado, para definir los rangos óptimos de duración que se deberían asignar a los equipos más representativos del sistema de distribución de energía bogotano.

Reconector

Tomando la curva de demanda anual promedio en Bogotá⁴ y los precios de los reconectores existentes en el mercado, se tiene la curva de demanda de reconectores en Bogotá (gráfica 8). Este mercado se caracteriza por tener pocos oferentes –a lo sumo tres– dentro de los que el precio promedio de los que no tienen patentes (marcas Nu-lec y Yaskawa) es de 31,7 millones de pesos aproximadamente para la demanda inicial y el precio de venta del reconector con patente (marca Cooper Systems) es de 23,62 millones de pesos aproximadamente para la expansión de demanda esperada.

⁴ La curva de demanda de reconectores se construyó mediante una regresión lineal entre los precios existentes en 2004 en función de las cantidades anuales consumidas. Esos consumos se obtuvieron promediando los pedidos de reconectores observados durante los últimos cinco años en Bogotá (CREG 2004).

GRÁFICA 8
 CURVA DE DEMANDA DEL MERCADO DE
 RECONECTADORES EN BOGOTÁ



Se puede suponer que la firma vende a menor precio que su competencia gracias a una patente sobre proceso, y no a cualquier otro motivo al considerar dos aspectos: primero, en un re-conector, el sistema de control es uno de los elementos de fabricación que más incide en el costo del equipo y este proceso está patentado en Estados Unidos precisamente por la firma Cooper Systems. Segundo, las otras firmas no tienen registrado en Estados Unidos ningún tipo de patente sobre procesos de fabricación del re-conector. Sin embargo, una de las limitaciones del modelo consiste en asumir que toda la reducción de precio se debe al proceso patentado, pues se podrían desconocer esfuerzos adicionales en I+D que se hacen dentro de la firma, además, no hay forma de saber con precisión el costo marginal del equipo gracias al proceso patentado.

Inventor nacional

Para aplicar el modelo de cálculo de tiempo óptimo de patente es necesario conocer el gasto en I+D que debe efectuar la firma innovadora para lograr una patente de un equipo eléctrico. El gasto aproximado en I+D para que un inventor nacional logre una invención patentable de un equipo eléctrico en media tensión (de dimensiones y características

similares al de un reconectador) es de cerca de 482,6 millones de pesos⁵. Con esta información se calcula el tiempo óptimo de patente para un reconectador T^* de acuerdo con la metodología explicada:

1. Se selecciona un parámetro de pérdida social $k_{min} = 0,9$. Según el cual la sociedad estaría dispuesta a perder un 10% de bienestar como consecuencia de la implantación de un sistema de patentes.

2. Calcular el tiempo óptimo de patente para el inventor con [9]:

$$t = (\ln(1 - (r / \rho\beta\alpha X_1 R^{\alpha-1}))) / -r\Phi \quad [9]$$

Esta expresión es similar a la obtenida en la ecuación [8] excepto por la inclusión del parámetro Φ . Este parámetro mide el poder de mercado obtenido por el dueño de la patente de proceso al ofrecer a los consumidores un precio de mercado menor que el de la competencia. Si $\Phi = 1$, el dueño del proceso patentado se lleva todo el mercado cuando ofrece un precio de mercado del producto menor que sus competidores. A medida que Φ se acerca a cero, la firma innovadora aun ofreciendo un precio de mercado menor pierde cada vez más terreno frente a sus competidores. Este caso es una violación al esquema de competencia en precios de Bertrand, y se puede deber a que los consumidores desean pagar un precio mayor de un producto por la percepción de mejor calidad que tienen de determinada marca. Este es el caso de los reconectores en donde la firma Cooper Systems solamente se lleva el 50% del mercado total ($\Phi = 0,5$) aun ofreciendo el menor precio de todos. Esta imperfección del mercado le debe permitir a la firma tener una patente con mayor duración; es la relación inversa de Φ y T^* . Este enfoque es similar al utilizado por Nordhaus (1972), al considerar el parámetro Φ como la amplitud o cubrimiento del sistema de patentes (*breadth*), y que el tiempo de patente debería estar en función inversa con este. Sin embargo, Nordhaus lo considera en un contexto diferente ya

⁵ Esto se determinó con los ensayos estandarizados homologados internacionalmente por la norma ISO 17025, necesarios para el funcionamiento adecuado de un equipo eléctrico de media y alta tensión. Estos ensayos se realizan en Bogotá en el laboratorio de Alta Tensión de la Universidad Nacional de Colombia (Ortiz 2004).

que Φ modela la fracción de la tecnología patentable que las firmas no dueñas de la patente logran copiar⁶.

En el cuadro 1 se muestran varios tiempos óptimos de patente y el parámetro de bienestar de la sociedad por la implantación del sistema de patentes (K_{social}) para diferentes parámetros de B y α , además de las siguientes consideraciones: una tasa de interés (r) del 20%, que es el mismo valor supuesto por Nordhaus en sus pruebas empíricas, una inversión en I+D del inventor nacional de 482,6 millones de pesos, una reducción del costo marginal por el proceso patentado que está entre el 29 y 36% (teniendo en cuenta que con los datos reales del mercado, la diferencia entre el precio del reconectador con patente y el que no la tiene es de 25,48%) y una elasticidad de IPF entre 0,35 y 0,5.

CUADRO 1
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL,
RECONNECTADOR CON INVENTOR NACIONAL

B (%)	α	T*	K_{social}
0,29	0,377	12,30	0,9926
0,30	0,390	7,60	0,9908
0,31	0,403	5,48	0,9896
0,32	0,416	4,24	0,9888
0,33	0,429	3,43	0,9882
0,34	0,442	2,86	0,9878
0,35	0,455	2,44	0,9876
0,36	0,468	2,11	0,9874

Fuente: cálculos del autor.

Dado que no es posible conocer con exactitud los valores de reducción del costo marginal y de la elasticidad de la IPF, pero sí se sabe en qué

⁶ Este parámetro se incluye en las ecuaciones [7] y [8] de Nordhaus (1969, 429) quien no considera otorgar un tiempo de patente mayor cuando los consumidores deciden comprar un producto con proceso no patentado a un precio más alto. Se considera el supuesto que la competencia en precios de Bertrand es perfecta.

rangos se pueden encontrar (la reducción del costo marginal debe ser como mínimo la diferencia entre el precio de mercado del producto con proceso patentado y el producto sin patentes) entonces cada fila del cuadro representa posibles valores de las variables. No es posible conocer cuál de los casos es más probable de tener en la realidad, así que sólo se puede saber en qué rango se debería encontrar el tiempo óptimo de patente comparando la primera y última fila.

Se puede concluir que, dadas las condiciones del mercado de reconectores, el daño social de la implantación de un sistema de patentes para los tiempos óptimos necesarios de retribución al inventor es muy pequeño; todos los K_{social} son mayores a 0,9, es decir, que con la implantación del sistema de patentes el consumidor en el peor de los casos sólo perdería un 10% de beneficio. El tiempo óptimo de patente que se debería reconocer a un inventor nacional varía desde 12,3 años en el escenario de I+D más pesimista, donde la elasticidad de la función IPF es muy baja, y para un determinado esfuerzo en I+D la reducción del costo marginal obtenido no es alta, hasta 2,11 años en el escenario más optimista. Se debe notar que en cualquier caso esta duración es mucho menor que los veinte años designado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

Inventor extranjero

Con el fin de repetir el modelo para el caso de un reconector con inventor extranjero, los parámetros se determinaron teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

- El gasto en I+D para patentar un proceso de fabricación de un equipo eléctrico de un inventor extranjero es aproximadamente cinco veces el de un nacional, es decir 2.413 millones aproximadamente⁷.
- Las elasticidades de la IPF se supusieron mayores que los nacionales (entre 0,55 y 0,9), ya que se espera que un inventor extranjero, dada la mayor infraestructura tecnológica, tenga mayores probabilidades de

⁷ Los costos de los ensayos homologados internacionalmente para equipos eléctricos, y que se hacen en Colombia, suelen ser mucho mayores en otros países. Incluso en AL: México con el LAPEM: laboratorio de pruebas y ensayos mecánicos) y Brasil con el USP: laboratorio de la Universidad de São Paulo (Ortiz 2004).

obtener altas reducciones del costo marginal para un determinado nivel de gasto en I+D. Por las mismas razones, las reducciones del costo marginal por el proceso patentado (B) se fijaron en un nivel mayor al de los nacionales (entre 0,36 y 0,43).

- La tasa de interés (r) y el parámetro de imperfección del mercado (Φ) se fijaron en los mismos valores que los inventores nacionales.

CUADRO 2
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL,
RECONECTADOR CON INVENTOR EXTRANJERO

B (%)	α	T*	Ksocial
0,36	0,55	16,62	0,9631
0,37	0,60	11,34	0,9618
0,38	0,65	8,58	0,9614
0,39	0,70	6,83	0,9617
0,40	0,75	5,62	0,9624
0,41	0,80	4,74	0,9633
0,42	0,85	4,06	0,9643
0,43	0,90	3,52	0,9653

Fuente: cálculos del autor.

- Igual que con inventores nacionales, la implantación del sistema de patentes no afecta sensiblemente el bienestar de la sociedad (en todos los casos $K_{social} > 0,9$) para las condiciones del mercado de la ciudad de Bogotá.
- Los tiempos óptimos de patente son mayores para inventores extranjeros que para inventores nacionales. Este hecho se debe a que el gasto en I+D es mucho mayor para los inventores extranjeros; pero la tasa de interés se fijó idéntica en ambos casos por lo que se necesita un mayor tiempo de recuperación de la inversión.
- Los tiempos óptimos de patentes varían entre 16,6 y 3,52 años dependiendo si los escenarios de I+D son buenos o malos. De nuevo, estos tiempos son menores a la duración de veinte años que establece la legislación.

Seccionalizadores e indicadores baja falla

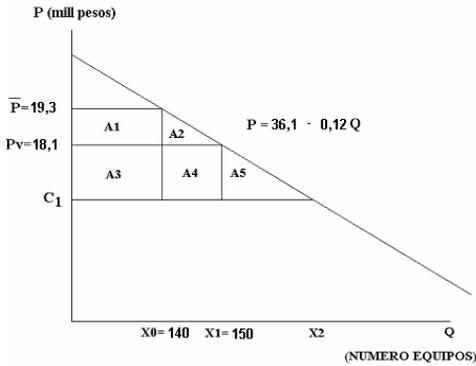
Estos equipos están diseñados como elementos complementarios en la función de mejorar la calidad ofrecida dentro del servicio de energía eléctrica cuyo elemento principal es el reconectador. Los mercados para estos dos elementos en la infraestructura del sistema de distribución de Bogotá se caracterizan por tener muy pocos oferentes (duopolio para seccionalizadores) o sólo uno (indicadores bajo falla). Al igual que en el caso de reconectadores, la firma Cooper Systems es la referente en el tema del equipo con proceso patentado. Sin embargo, en el caso del seccionalizador no existe una diferencia significativa en precio entre el producto con proceso patentado y el que no lo tiene. Esta característica se puede presentar porque el reconectador es un sustituto perfecto del seccionalizador⁸. De esta manera, una empresa de distribución de energía eléctrica tiene como su preferencia revelada el comprar reconectadores por encima de seccionalizadores. En la gráfica 9 –y en los cuadros 3 y 4– se muestran las curvas de demanda estimada de seccionalizadores y los tiempos óptimos de patente para inventor nacional y extranjero respectivamente. Se supuso que:

- La tasa de interés, los gastos en I+D y las reducciones en el costo marginal fueron mantenidos en el mismo nivel ya que la tecnología base para fabricar el seccionalizador es muy similar a la utilizada para el reconectador.
- La elasticidad de la IPF se fijó entre 0,3 y 0,5 para inventores nacionales y entre 0,5 y 0,9 para inventores extranjeros suponiendo, otra vez, que las firmas internacionales tienen mayor probabilidad de patentar procesos que reduzcan de forma más dramática el costo marginal de este equipo eléctrico.
- El parámetro Φ , que mide el poder de penetración de la firma con proceso patentado en el mercado, fue establecido en 0,7 ya que en este

⁸ El precio unitario promedio de un seccionalizador es de aproximadamente \$ 18 millones, mientras que el de un reconectador con proceso patentado es de \$ 23,62 millones. Las funciones de un seccionalizador de la calidad del servicio de energía eléctrica se limitan al control de la duración de cortes del servicio (parámetro DES), mientras que un reconectador, además de realizar esta función, controla el número de veces que se corta el servicio (parámetro FES).

caso, solamente hay dos firmas compitiendo, y es más probable que la firma que ofrece menores precios se lleve todo el mercado.

GRÁFICA 9
DEMANDA ANUAL DEL MERCADO DE SECCIONALIZADORES



CUADRO 3
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL,
SECCIONALIZADOR CON INVENTOR NACIONAL

B (%)	α	T*	K _{social}
0,29	0,377	3,50	0,9501
0,30	0,390	3,18	0,9515
0,31	0,403	2,90	0,9528
0,32	0,416	2,65	0,9540
0,33	0,429	2,44	0,9552
0,34	0,442	2,26	0,9564
0,35	0,455	2,09	0,9575
0,36	0,468	1,95	0,9586

Fuente: cálculos del autor.

CUADRO 4
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL,
SECCIONALIZADOR CON INVENTOR EXTRANJERO

B (%)	α	T*	Ksocial
0,36	0,57	28,73	0,8012
0,37	0,60	16,63	0,8056
0,38	0,65	11,75	0,8153
0,39	0,70	9,26	0,8257
0,40	0,75	7,66	0,8359
0,41	0,80	6,52	0,8454
0,42	0,85	5,67	0,8543
0,43	0,90	5,00	0,8625

Fuente: cálculos del autor.

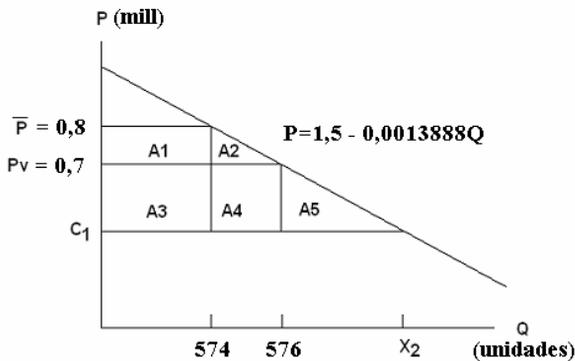
La lectura de estos datos lleva a las siguientes conclusiones:

- En las condiciones del mercado bogotano, las pérdidas ocasionadas por la implantación de un sistema de patentes son pequeñas para el caso de inventores nacionales. Sin embargo, en el caso de inventores extranjeros, en todos los casos es perjudicial para la sociedad asignar los tiempos calculados de patente (todos los K social son menores que 0,9) y por tanto, no sería óptimo reconocer esos tiempos.
- Los tiempos óptimos de patentes están entre 3,5 y 1,9 años para inventores nacionales y entre 28,7 y 5 años para los extranjeros. Para estos últimos el tiempo de protección debe ser mayor porque con igual tasa de interés, invierten más dinero y sus procesos reducen de forma más eficaz el costo marginal de los equipos. Esa condición es nociva para el bienestar de la sociedad ya que se supera la máxima pérdida que se está dispuesto a perder por la implantación del sistema de patentes.
- La duración de las patentes en casi todos los casos es inferior a la estipulada por la legislación (veinte años). Por las condiciones del mercado, y que los tiempos de patentes para extranjeros en todos los casos simulados son nocivos para el bienestar de la sociedad, se puede concluir que para este equipo se debería reconocer una patente de máximo 3,5 años.

Para el caso de indicadores bajo falla, su curva de demanda se puede observar en la gráfica 10. En los cuadros 5 y 6 se observan los tiempos óptimos de patente con inventor nacional y extranjero respectivamente. Los supuestos en los que está basado son:

- Dado el bajo precio de mercado que tiene este equipo (\$ 800 mil aproximadamente), la inversión en I+D necesaria para lograr un proceso patentado es mucho menor. Asumiendo que la proporción de diferencia en precio entre el indicador bajo falla y el reconector es la misma que entre sus niveles de inversión en I+D, entonces $R = 14,3$ millones de pesos para un inventor nacional y $R = 71,51$ para un inventor extranjero.
- En Bogotá existe solamente un oferente, por lo que el dueño de la patente se lleva todo el mercado, entonces $\Phi = 1$.
- La tasa de interés, así como la elasticidad de la IPF se mantienen iguales que en los casos anteriores.

GRÁFICA 10
 CURVA DE DEMANDA ANUAL DEL MERCADO
 DE INDICADORES BAJO FALLA EN BOGOTÁ



CUADRO 5
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL
DE INDICADOR BAJO FALLA CON INVENTOR NACIONAL

B (%)	α	T*	Ksocial
0,29	0,377	0,5255	0,9927
0,30	0,390	0,4767	0,9930
0,31	0,403	0,4345	0,9932
0,32	0,416	0,3979	0,9934
0,33	0,429	0,3659	0,9936
0,34	0,442	0,3377	0,9939
0,35	0,455	0,3127	0,9940
0,36	0,468	0,2904	0,9942

Fuente: cálculos del autor.

CUADRO 6
TIEMPOS ÓPTIMOS DE PATENTE E IMPACTO SOCIAL
DE INDICADOR BAJO FALLA CON INVENTOR EXTRANJERO

B (%)	α	T*	Ksocial
0,36	0,55	1,37	0,9731
0,37	0,60	1,18	0,9755
0,38	0,65	1,03	0,9776
0,39	0,70	0,91	0,9793
0,40	0,75	0,81	0,9808
0,41	0,8	0,73	0,9821
0,42	0,85	0,66	0,9833
0,43	0,90	0,59	0,9843

Fuente: cálculos del autor.

En este caso los tiempos de patentes son muy pequeños, y dado que existe un monopolio para este equipo no se debería asignar ningún tiempo de patente. Para toda la infraestructura del servicio de energía eléctrica en Bogotá, solamente se debería asignar patente en el caso del reconector, con un tiempo promedio de 7,66 años para un inventor extranjero y 5,075 años para un inventor nacional. En los otros equipos

del servicio, los tiempos de patentes deben ser cercanos a cero, ya que al ser este mercado de muy pocos oferentes se puede recuperar la inversión a través de los propios comportamientos de la demanda. Se sugiere un tiempo de 3,5 años en seccionalizadores para cualquier tipo de inventor y no reconocer patente para indicadores bajo falla. Aunque en apariencia un tiempo corto no sería aceptable por las compañías multinacionales, en la práctica sería conveniente para ellas mismas ya que los tiempos nominales de las patentes rara vez coinciden con los datos reales. Al respecto Schankerman (1998) y Nordhaus (1969, 15) coinciden en afirmar que menos del 10% de las patentes se renuevan hasta el fin de su tiempo nominal de veinte años.

COSTO DE LAS PATENTES EN EL COSTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BOGOTÁ

Para las condiciones anteriormente establecidas en los cálculos del tiempo óptimo de patente con inventores nacionales y extranjeros, se calcularon los costos del sistema de patentes que debe pagar la sociedad con el tiempo óptimo, los costos adicionales de establecer un tiempo arbitrario de veinte años y los costos totales del sistema expresados en millones de pesos.

Las simulaciones permiten afirmar que el costo adicional promedio anual que la sociedad debe pagar como consecuencia de la asignación arbitraria de veinte años para las patentes, es de estos órdenes: \$ 72,5 millones para reconector con inventor nacional, \$ 161,1 millones para reconector con inventor extranjero, \$ 316,6 millones para seccionizador con inventor nacional, \$ 157,4 millones para seccionizador con inventor extranjero, \$ 42,5 millones para indicador bajo falla con inventor nacional y \$ 69,6 millones para indicador bajo falla con inventor extranjero.

Tomando en cuenta el escenario real de la ciudad de Bogotá con fabricantes de equipos extranjeros y no nacionales, se tiene que el costo estimado adicional que la ciudad paga por la ineficiente asignación de veinte años de patentes es de 387,98 millones de pesos anuales. Por tanto, en los últimos cinco años se ha pagado injustamente una suma de \$ 1.939,925 millones. Esta cifra es preocupante ya que significa que la

sociedad en general está transfiriendo riqueza a una firma innovadora sin que exista un beneficio a cambio. Este valor es alto si se compara con el costo total de la infraestructura de calidad de energía en Bogotá que se ha instalado en los últimos cinco años que es del orden de \$ 53.973,5 millones⁹. Esta cifra también es significativa si se tiene en cuenta que la empresa de distribución de energía eléctrica en Bogotá devuelve a los usuarios una cifra de \$ 2.000 millones al año como concepto de compensación por superar los parámetros de calidad máximos admisibles en la ciudad. Estos parámetros son estipulados por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (resoluciones CREG 070 y 076 de 1998) acerca de la calidad del servicio de energía eléctrica.

CONCLUSIÓN

El tiempo de patente de veinte años de la legislación andina vigente en Colombia no es acertado para el caso de equipos de calidad de energía eléctrica en Bogotá ya que para las condiciones actuales, este estudio encontró que los tiempos óptimos son 7,66 años para reconector, 3,5 años para seccionalizadores y ninguna protección para indicadores bajo falla. La inadecuada asignación de este tiempo ha contribuido a que los bogotanos hayan tenido que pagar una suma de 1.939,925 millones adicionales durante los últimos cinco años. En consecuencia, se puede sugerir que la aspiración política de los países desarrollados de prolongar los tiempos de patente no debería ser aceptada.

Infortunadamente, este tipo de resultados no es usual en los estudios publicados sobre patentes, ya que no suelen estar enfocados hacia el cálculo o estimación de tiempos óptimos por lo que es difícil encontrar modelos que puedan ser utilizados en casos reales. Esto lleva a que se pierdan los esfuerzos y conceptos que muchos autores han plasmado, y de otro lado, a que las entidades que asignan el tiempo de patente lo hagan de forma absolutamente arbitraria. Se necesita, entonces, el planteamiento de nuevos modelos que permitan una interacción más fluida entre la teoría y la realidad.

⁹ Este dato se obtiene multiplicando el costo del equipo patentado por el número de estos para cada uno de los tres equipos, extrapolado para cinco años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baughn, C., Bixby, M. and Woods, S. "Patent laws and the public good: IPR Protection in Japan and the United States", *Business Horizons*, July-August, 1997.
- CREG – Comisión de Regulación de Energía y Gas. "Resoluciones 070 y 076 DE 1998. Inventarios reportados ante la CREG 1999-2003", abril, 2004.
- David, P. "Intellectual property institutions and the Panda's thumb: patents, copyrights and trade secrets in economic theory and history", in Wallerstein, M, Mooge. M. E., Schoen R. (eds), *Global dimensions of intellectual property rights in science and technology*, National Academy Press, Washington D. C., 1993.
- David, P. and Olsen, T. "Technology adoption, learning spillovers and the optimal duration of patent- based monopolies", *International Journal of Industrial Organization*, 10: 517-543, 1991.
- Deardoff, Alan. "Welfare effects of global patent protection", *Economica*, 59, 1992.
- Denicolo, Vincenzo. "Patent races and optimal patent breath and length", *The Journal of Industrial Economics*, 44: 249-265, 1996.
- Frischtak, C. "Harmonization versus differentiation in intellectual property right regimes", 89, *Global Dimensions of Intellectual Property Rights in Science and Technology*, 103, 1993.
- Gallini, Nancy. "Patent policy and costly imitation", *The Rand Journal of Economics*, 23 (spring): 52-63, 1992.
- Gilbert, Richard and Shapiro, Carl. "Optimal patent length and breadth", *The Rand Journal of Economics*, 21(spring): 106-112, 1990.
- Gutiérrez, O. "Algo más que libre comercio", *UN periódico*, 14, septiembre, Bogotá, 2002.
- Kaufers, E. *The Economics of the Patent System*, Harwood academic publishers, New York, 1989.
- Mazzoleni, R. and Nelson, R. "The benefits and costs of strong patent protection: a contribution to the current debate", *Research Policy*, 27: 273-284, Elsevier Science B.V., 1998.
- Mazzoleni, R. and Nelson, R. "Economic theories about the benefits and costs of patents", *Journal of Economic Issues*, 32(4), December, 1998.

- Nordhaus, William. *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge, MA: MIT Press, 1969.
- Nordhaus, William. "The optimal life of a patent: Reply", *American Economic Review*, 62, 1972.
- O'Donogue, Ted, Scotchmer, S. and Thisse, J. "Patent breadth, patent life and the pace of technological progress", *MIT*, 7 (Spring): 1-32, 1998.
- Ortiz, Helmuth. Entrevista con H. Ortiz, ingeniero jefe de los laboratorios eléctricos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, abril, 2004.
- Schankerman, M. "How valuable is patent protection? Estimates by technological field", *Rand Journal of Economics*, 29(Spring): 77-107, 1998.
- Scotchmer, Suzanne. "Protecting early innovators: should second-generation products be patentable?", *Rand Journal of Economics*, 27(2): 322-331, 1996.
- Takalo, T. "On the optimal patent policy", *Finnish Economic Papers*, 14(1): 33-40, 2001.
- Zerda, Álvaro. "Usos y abusos de la propiedad intelectual", *Revista Trans*, 3, Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- Zerda, Álvaro. Conferencia dictada en el seminario *Asimetría en el comercio: TLC Colombia-Estados Unidos*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, septiembre, 2004.