



# Chromecast

Domótica

30 de abril de 2019

Pedro Manuel Gómez-Portillo López

[gomezportillo@correo.ugr.es](mailto:gomezportillo@correo.ugr.es)

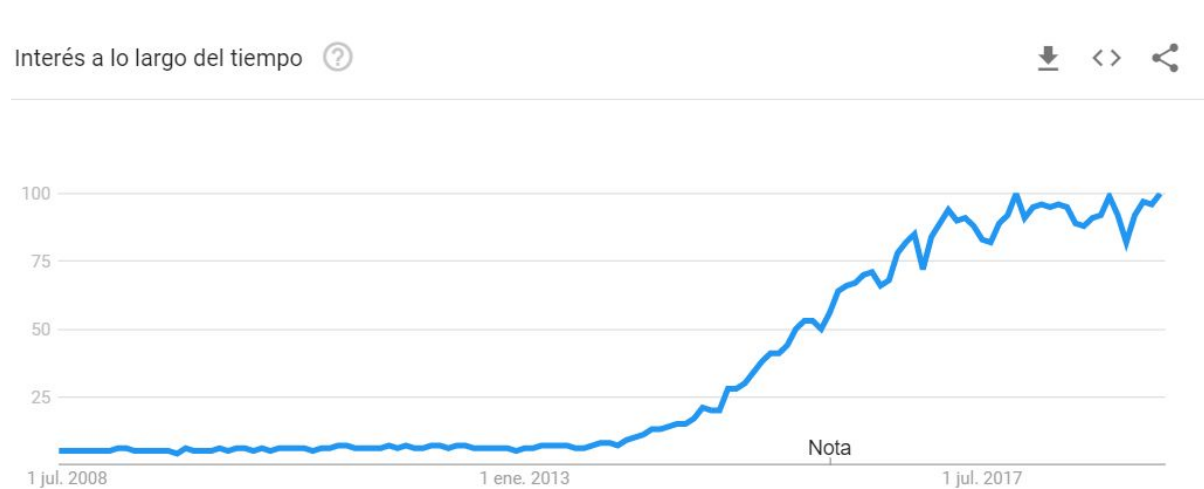
# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Historia</b>	<b>3</b>
2.1. Generaciones	4
2.1.1. Primera generación	4
2.1.2. Segunda generación	6
2.1.3. Tercera generación	8
<b>3. Funcionamiento</b>	<b>9</b>
3.1. Sistema operativo	9
3.2. SDK	9
3.3. Protocolos	11
3.3.1. DIAL	11
3.3.2. mDSN	13
3.4. Seguridad	13
<b>4. Alternativas y futuro</b>	<b>14</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>15</b>
<b>6. Webgrafía</b>	<b>16</b>

# 1. Introducción

En la actualidad, el IoT<sup>1</sup> está tomando un peso importante en la vida de las personas; desde poder controlar el encendido y apagado de una bombilla de manera manual desde un móvil a programar la automatización de complejas rutinas de elementos interconectados en los hogares, esta tecnología ha venido para quedarse.

*Google Trends* puede ser una buena manera de comprobar la popularidad de un concepto, y si realizamos una búsqueda<sup>2</sup> acerca de IoT vemos que el interés acerca este concepto lleva aumentando en desde 2013.



Uno de estos dispositivos es el Chromecast. Desarrollado por Google, permite convertir la televisión a la que se conecte en una SmartTV. De este modo, sus usuarios pueden enviar contenido desde sus móviles y reproducirlo con facilidad en ella.

En este trabajo se presentará este dispositivo, su historia, su funcionamiento y sus alternativas.

---

<sup>1</sup> Internet of Things

<sup>2</sup> <https://trends.google.es/trends/explore?date=all&q=iot>

## 2. Historia

El nacimiento del Chromecast fue bastante curioso. Todo empezó en 2008, cuando Majd Bakar, el principal ingeniero tras este dispositivo, aún trabajaba para Microsoft. Por aquel entonces, su esposa Carla solía ver muchas películas, para lo que había desarrollado una curiosa técnica<sup>3</sup>; dado lo complicado que era ver películas online desde la televisión, tenía que buscarla en la página de su proveedor desde un ordenador, añadirla a la cola de películas por ver, abrir una videoconsola con navegador conectada a la televisión y desde allí empezar a reproducirla.



Majd Bakar, foto obtenida de su cuenta de Twitter

Por aquel entonces la cosa quedó ahí. Poco después, en 2011, Bakar dejó su puesto en Microsoft y empezó a trabajar en Google<sup>4</sup>, donde propuso fabricar un dispositivo lo más pequeño posible que reprodujera los vídeos indicados desde una interfaz externa, como un móvil. Un año más tarde llevó el primer prototipo funcional a casa, donde su mujer probó con éxito, y en julio de 2013 el primer Chromecast fue anunciado y salió al mercado por unos 35 euros. Con más de 55 millones de unidades vendidas hasta 2017<sup>5</sup>, y presumiblemente más a día de hoy, se ha convertido en uno de los dispositivos hardware más rentables de Google.

Madj Bakar ha seguido trabajando en Google, además de tener más más de 60 patentes a su nombre<sup>6</sup>, y actualmente es el vicepresidente de ingeniería de Stadia, la plataforma de videojuegos de Google, de la que se hablará más adelante.

---

<sup>3</sup> [https://retina.elpais.com/retina/2018/12/13/innovacion/1544695590\\_543401.html](https://retina.elpais.com/retina/2018/12/13/innovacion/1544695590_543401.html)

<sup>4</sup> <https://www.blog.google/products/chromecast/heres-five-years-chromecast/>

<sup>5</sup> <https://www.androidcentral.com/google-has-sold-55-million-chromecasts-around-world>

<sup>6</sup> <https://patents.justia.com/inventor/majd-bakar>



Majd Bakar en la presentación de Stadia en la GDC de 2019

## 2.1. Generaciones

Actualmente hay tres generaciones de Chromecast, que han ido evolucionando y mejorando sus especificaciones técnicas.

### 2.1.1. Primera generación

La primera versión de Chromecast fue anunciada en 2013 y media poco más de 7 cm de largo, con un conector HDMI en la parte delantera y un conector para el cable de corriente en la trasera, aunque no tiene conector ethernet. Si el conector HDMI de la televisión soporta el protocolo CEC<sup>7</sup>, este Chromecast es capaz de encenderla y apagarla.

La interfaz HDMI permite transmitir vídeo y audio sin compresión entre dispositivos. El protocolo CEC fue añadido en el estándar HDMI 1.2 y permite intercambiar mensajes de control de un dispositivo a otro<sup>8</sup>.

---

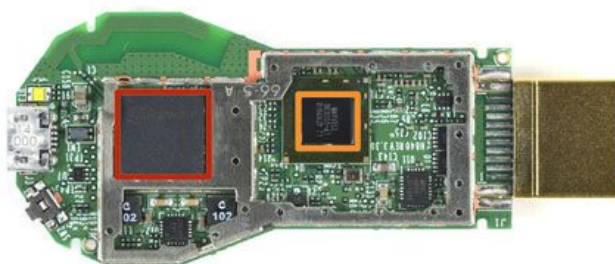
<sup>7</sup> Consumer Electronics Control

<sup>8</sup> <https://www.logicsupply.com/company/io-hub/what-is-consumer-electronics-control-cec/>



Imagen de un Chromecast de primera generación por fuera

En su interior tiene un chip Marvell Armada 1500 Mini con un procesador ARM Cortex-A9 mononúcleo (abajo, en naranja), con 512 MB de memoria RAM DDR3 y 2 GB de memoria secundaria. Como tarjeta wifi tiene una AzureWave que implementa el estándar IEEE 802.11g a 2.4 GHz.



Chromecast de primera generación por dentro<sup>9,10</sup>

Además, incluye decodificación por hardware para los codecs H.264 y VP8.

VP8 es un códec de video desarrollado en 2008 por On2 y comprado y liberado como software libre por Google en 2010 gracias a las peticiones de la *Free Software Foundation*. Actualmente es el códec utilizado por YouTube, sustituyendo al códec H.264

<sup>9</sup> <http://geeknizer.com/how-chromecast-works-chromecast-protocol-explained/>

<sup>10</sup> <https://www.xataka.com/televisores/el-corazon-de-chromecast-de-google-armada-1500-mini>

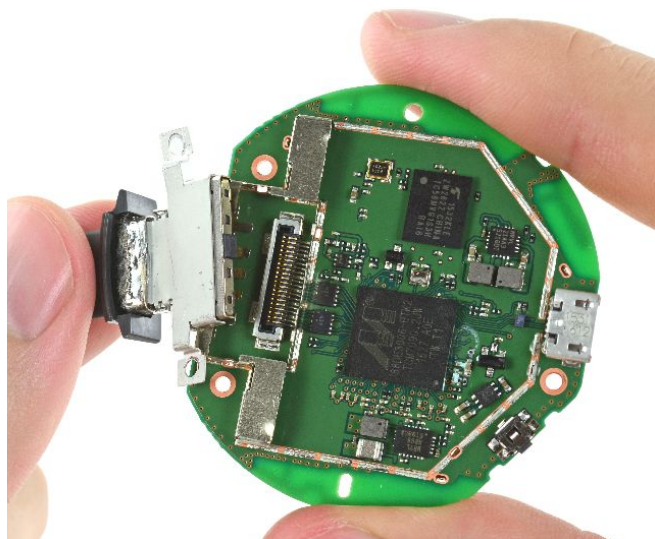
### 2.1.2. Segunda generación

La segunda versión de Chromecast fue lanzada en septiembre de 2015. Al contrario que la anterior, esta versión tiene forma de disco con un cable HDMI que sale de ella, aunque no se puede extraer; además, este cable puede acoplarse magnéticamente a su parte posterior para hacerlo más compacto.



En lo que respecta a su hardware es bastante parecido a su versión anterior, aunque un poco más avanzado. Su SoC<sup>11</sup> sigue siendo un Marvell Armada 1500 Mini con funciones mejoradas de bajo consumo, aunque sigue manteniendo el mismo procesador y su memoria secundaria es 8 veces más pequeña (256 MB). Por otro lado, su memoria RAM, aunque esta vez de Samsung, tiene las mismas especificaciones.

Como tarjeta wifi tiene una Avastar 88W8887 que implementa el estándar IEEE 802.11ac, lo que le permite utilizar WLANs de hasta 5GHz de ancho de banda.



Chromecast de segunda generación por dentro<sup>12</sup>

<sup>11</sup> System-on-a-Chip

<sup>12</sup> [https://arstechnica.com/?post\\_type=post&p=756153](https://arstechnica.com/?post_type=post&p=756153)

Además, de manera paralela al lanzamiento de este Chromecast también fue anunciado el Chromecast Audio, una versión del Chromecast que permitía conectarse a un dispositivo de audio con un conector jack de 3.5mm y reproducir canciones en él de manera similar.



Pero a principios de 2019 Google anunció que había dejado de fabricarlos<sup>13</sup>, cancelando todos los pedidos pendientes de este dispositivo.

Un año después al lanzamiento de la segunda generación de Chromecast, en noviembre de 2016, Google anunciaba una nueva versión con soporte para resolución 4K a 30fps e imágenes HDR, además de incluir conector ethernet, llamada Chromecast Ultra.



Imagen del Chromecast Ultra

---

<sup>13</sup> <https://techcrunch.com/2019/01/11/google-cans-the-chromecast-audio/>



### 2.1.3. Tercera generación

En octubre de 2018 Google anunciaba la tercera versión del Chromecast, con soporte para vídeo 1080p a 60fps. Más allá de esto no se han conseguido encontrar muchas más especificaciones técnicas ni tecnológicas del dispositivo.



## 3. Funcionamiento

En esta sección se explicará cómo funciona un Chromecast, qué protocolos implementa y cómo se integra en el resto de servicios de Google.

### 3.1. Sistema operativo

Aunque a primera vista un Chromecast pueda parecer un ordenador, no puede llegar a considerarse un *PC-on-a-stick* ya que, aunque en su lanzamiento Google anunció que ejecutaba una versión ligera de ChromeOS<sup>14</sup>, finalmente se descubrió que corre sobre una versión de Android TV<sup>15</sup>. Esta versión de Android está especialmente adaptada para consumir pocos recursos y permitir una conectividad constante.

### 3.2. SDK

Los Chromecast implementan el Google Cast, un SDK que permite a los programadores controlar desde un ordenador o un dispositivo móvil cualquier dispositivo compatible. Este dispositivo no tiene necesariamente que ser un Chromecast, aunque debe implementar la API proporcionada por el SDK.

La primera versión de este protocolo fue lanzada en 2013 con la primera generación de Chromecast, aunque un año después Google lo liberó en forma de SDK para que el resto de programadores pudieran hacer aplicaciones compatibles con su dispositivo.

Google Cast SDK soporta dos tipos de uso,

- Por un lado, podemos usar el SDK para enviar comandos de órdenes. Entre estas órdenes se encuentran abrir o cerrar una aplicación, establecer el contenido de una aplicación (si hablamos de Youtube, el vídeo a reproducir, por ejemplo) o subir y bajar el volumen.
- Por otro lado, podemos usar el navegador Chrome o un dispositivo con Android para enviarle vídeo en tiempo real para que lo reproduzca, ya sea el contenido de una pestaña (renderizada en forma de vídeo) o un archivo de vídeo que se encuentre en el dispositivo.

---

<sup>14</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=YRu18f2GRQo&t=43m7s>

<sup>15</sup> <https://www.theverge.com/2013/7/28/4565386/googles-chromecast-android-not-chrome-os>

Este SDK está disponible para Android, iOS y JavaScript, y Google proporciona un repositorio<sup>16</sup> en GitHub con ejemplos de todas ellas. Se ha estado mirando el código fuente de la versión JavaScript y es bastante sencillo configurarlo y acceder al Chromecast como se muestra en el fragmento de código simplificado a continuación.

```
// Declaramos las variables
/** @type {cast.framework.RemotePlayer} */
this.remotePlayer = new cast.framework.RemotePlayer();
/** @type {cast.framework.RemotePlayerController} */
this.remotePlayerController =
    new cast.framework.RemotePlayerController(this.remotePlayer);

// Añadimos un listener para que la API nos avise cuando el
Chromecast se pause
this.remotePlayerController.addEventListener(
    cast.framework.RemotePlayerEventType.IS_PAUSED_CHANGED,
    function() {
        if (this.remotePlayer.isPaused) {
            this.playerHandler.pause();
        } else {
            this.playerHandler.play();
        }
    }).bind(this)
);
```

Aunque en principio el usuario debe estar reconocido por el Chromecast para poder enviar contenido, a mediados de 2014 actualizaron los Chromecast con el llamado *Modo de Invitado*<sup>17</sup> para permitir ser detectado por otros dispositivos mediante ultrasonidos; así, el Chromecast utiliza la televisión a la que está conectado para emitir sonidos con frecuencias más altas que las reconocidas por el oído humano, por lo que no las podemos oír, pero que son fácilmente reconocibles por los micrófonos de otros dispositivos con la clave para conectarse.

Aunque se ha intentado buscar más información acerca de este protocolo no se ha conseguido encontrar nada aparte de artículos tecnológicos divulgativos explicando cómo usarlo.

---

<sup>16</sup> <https://github.com/googlecast>

<sup>17</sup> [https://developers.google.com/cast/docs/guest\\_mode](https://developers.google.com/cast/docs/guest_mode)

## 3.3. Protocolos

En esta sección se exponen los dos protocolos usados por Chromecast a lo largo de su historia, los protocolos DIAL y mDSN.

### 3.3.1. DIAL

La evolución del principal protocolo de los Chromecast es muy interesante. Inicialmente, Chromecast implementaba el protocolo DIAL (*Discover and Launch*), que fue co-desarrollado por Youtube y Netflix para encontrar dispositivos en una red wifi. Este protocolo se basa en los protocolos UPnP (*Universal Plug and Play*), SSDP (*Simple Service Discovery Protocol*) y HTTP.

El protocolo DIAL tiene dos componentes, el DIAL Service Discovery y el DIAL REST Service. El DIAL Service Discovery permite a un cliente DIAL (un móvil) descubrir servidores DIAL (un Chromecast) en su red y obtener acceso a su interfaz REST DIAL Service. Este DIAL REST Service permite a un cliente DIAL consultar, iniciar y detener aplicaciones en un dispositivo DIAL Server<sup>18</sup>.

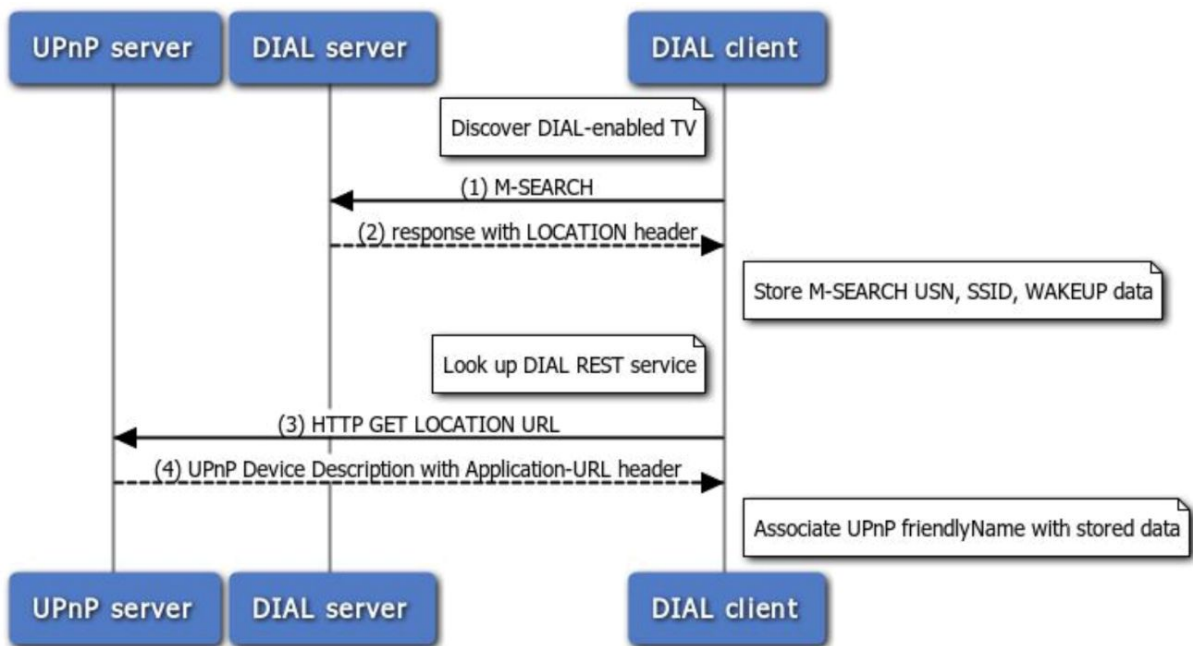
Para la siguiente explicación se ha usado la especificación 2.2 de la página oficial de este protocolo<sup>19</sup>.

Como puede verse en el diagrama de secuencia inferior, el cliente DIAL inicia la comunicación con un mensaje `M-SEARCH` multicast con la dirección 239.255.255.250 sobre UDP al puerto 1900 buscando servidores DIAL. Cuando un servidor DIAL recibe el mensaje, éste comunica la dirección de su servidor UPnP, que el cliente comprueba y guarda.

---

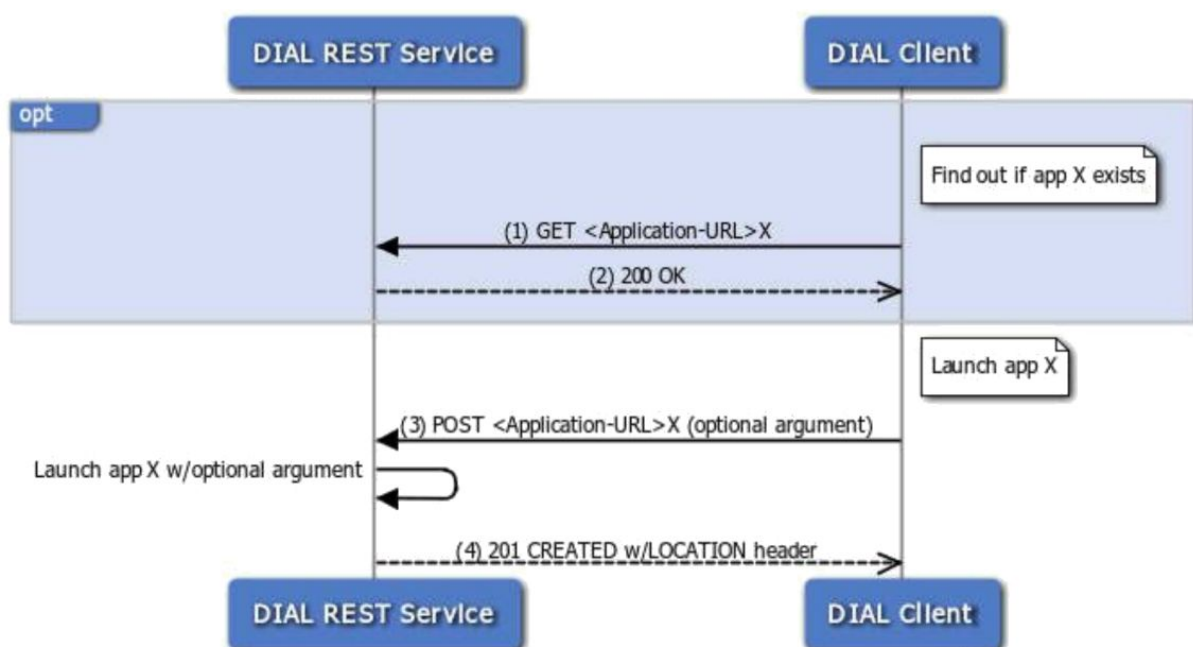
<sup>18</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Discovery\\_and\\_Launch](https://en.wikipedia.org/wiki/Discovery_and_Launch)

<sup>19</sup> <http://www.dial-multiscreen.org/dial-protocol-specification>



Una vez que el cliente DIAL conoce el servidor DIAL, puede ejecutar aplicaciones desde su interfaz REST, ya que estos servidores representan las aplicaciones como URLs, por lo que se puede operar sobre ellas utilizando peticiones HTTP.

Para ello, el cliente puede opcionalmente comprobar si una aplicación existe ejecutando una petición GET sobre su URL y recibiendo un código de estado 200 del servidor o directamente pedir que se ejecute con una petición POST y una serie de argumentos, por ejemplo en el caso de Youtube el vídeo que debe reproducir.



### 3.3.2.mDSN

El protocolo mDNS (*multicast Domain Name System*), que sustituyó al DIAL a principios de 2018, es un servicio *zero-configuration* que utiliza prácticamente las mismas interfaces de programación, formatos de paquetes y semántica operativa que el protocolo DNS.

Los servicios *zero-configuration* son un conjunto de tecnologías capaces de crear de manera automática una red de dispositivos interconectados basándose en TCP/IP sin necesitar la intervención manual de un operador ni servidores de configuración especiales.

Este protocolo funciona de la siguiente manera; cuando un cliente mDSN necesita encontrar un servidor, envía un mensaje multicast con la dirección 224.0.0.251 sobre UDP al puerto 5353 en el que pide la dirección IP del servidor con un determinado nombre.

Una vez que el servidor recibe el mensaje, envía otro mensaje multicast con su dirección IP, que aprovechan el resto de dispositivos para actualizar sus cachés con las tablas mDNS de direcciones.

Aunque este protocolo suele funcionar sin problemas, cuando se introdujo en los Chromecast se generó un bug curioso. Según se cuenta en <sup>20</sup>, estos mensajes son enviados cada 20 segundos aproximadamente, pero cuando un Chromecast se suspendía se comenzaba a generar una cola de mensajes que en poco tiempo podía alcanzar los 100,000, por lo que el router se colapsaba y había que reiniciarlo, dejando sin servicio a todos los dispositivos de la red.

## 3.4. Seguridad

Aunque en la actualidad los Chromecast son teóricamente seguros, al principio de su lanzamiento Google informó de que varios usuarios habían reportado que sus Chromecast habían reproducido vídeos determinados sin que les dieran la orden<sup>21,22</sup>. Al final se descubrió que un grupo de hackers habían aprovechado el protocolo UPnP para acceder a más de 70,000 Chromecast haciendo que reprodujeran contenidos determinados, que olvidaran las claves wifi que tenían almacenadas o incluso que se resetearan de fábrica.

---

<sup>20</sup> <https://www.xda-developers.com/google-home-chromecast-connectivity-issues/>

<sup>21</sup> <https://techcrunch.com/2019/01/02/chromecast-bug-hackers-havoc/>

<sup>22</sup> <https://lifehacker.com/how-to-keep-your-friends-from-trolling-your-chromecast-1828805478>

## 4. Alternativas y futuro

Aunque Chromecast es el líder del mercado, no es la única alternativa. Tanto Amazon como Apple han sacado también sus dispositivos, Fire TV y Apple TV, respectivamente.

A continuación han recopilado las unidades vendidas de cada uno de ellos. Aunque las fechas no coinciden, sí nos sirve para hacernos una idea global del éxito de cada uno.

Dispositivo	Fecha de lanzamiento	Unidades vendidas (millones)	Fecha del cálculo
Chromecast	Julio de 2013	55	Abril de 2017 <sup>23</sup>
Fire TV	Nov. de 2014	30	Enero de 2019 <sup>24</sup>
Apple TV	Julio de 2008	25	Marzo de 2015 <sup>25</sup>

Aún así, uno de los inconvenientes del Chromecast es que a día de hoy aunque Google tiene una aplicación, Google Home, que permite la creación de rutinas IFTTT, ésta no permite la integración con Chromecast.

Otro de los productos de Google que previsiblemente supondrá un aumento de ventas del Chromecast es Stadia, una plataforma de *gaming* en la nube que simplemente hace *streaming* de la imagen renderizada del juego al que el usuario está jugando. Teóricamente, esta plataforma saldrá a finales de este año. Ya ha sido anunciado<sup>26</sup> la integración de Stadia con Chromecast, por lo que sus usuarios podrán jugar cómodamente en sus televisores sin necesidad de ninguna videoconsola o dispositivo adicional.

---

<sup>23</sup> <https://expandedramblings.com/index.php/google-chromecast-statistics/>

<sup>24</sup> <https://www.thurrott.com/music-videos/197389/amazon-claims-over-30-million-fire-tv-users>

<sup>25</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_TV#Sales](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_TV#Sales)

<sup>26</sup> <https://9to5google.com/2019/03/20/google-stadia-tidbits-connection-chromecast-more/>

## 5. Conclusiones

El principal problema a la hora de afrontar este trabajo ha sido que Chromecast utiliza tecnologías privativas de las que Google no ha compartido muchos datos públicamente, por lo que ha sido muy difícil encontrar información relevante de la suficiente complejidad, por ejemplo, a la hora de hablar de protocolos.

Además, en parte por ello prácticamente todos los resultados de búsquedas han sido de revistas de divulgación tecnológica, por lo que ha habido que ir leyendo a través de todos ellos buscando información interesante.

No obstante, creo que el resultado ha sido un trabajo interesante que mezcla explicaciones amenas, como la creación del Chromecast, con descripciones más complejas como las del funcionamiento de sus principales protocolos.

En conclusión, estoy muy contento de haber hecho este trabajo y de haber tenido la oportunidad de aprender con más profundidad una tecnología tan común en los hogares y a la vez con tan poca información disponible. A día de hoy no tengo un Chromecast pero no creo tardar mucho en comprar uno para probarlo.



## 6. Webgrafía

Aparte de las diferentes webs mencionadas a pie de páginas, se han utilizado las siguientes fuentes.

- <https://stackoverflow.com/questions/17841082/build-own-chromecast-device>
- <https://fossbytes.com/how-chromecast-works-what-is-google-chromecast/>
- <https://support.google.com/chromecast/answer/3046409?hl=es>
- <https://developers.google.com/cast/docs/media>
- <http://jhshi.me/2016/10/24/chromecast-wireless-protocols-part-i-setup/index.html#.XL2tUuj7TBU>
- <https://www.flatpanelshd.com/news.php?subaction=showfull&id=1532496433>
- <https://gizmodo.com/google-made-chromecast-cool-again-1833415006>
- <https://techcrunch.com/2018/10/09/googles-chromecast-gets-a-refresh-with-support-for-faster-wi-fi/>
- [https://www.os3.nl/\\_media/2015-2016/courses/ssn/projects/chromecast-security-analysis-proposal.pdf](https://www.os3.nl/_media/2015-2016/courses/ssn/projects/chromecast-security-analysis-proposal.pdf)