

# Prácticas Fundamentos de Redes

## Chromecast

Francisco Javier Morales Piqueras  
María Florencio Díaz  
Rubén Morales Pérez

6 de diciembre de 2016

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Hardware</b>	<b>2</b>
<b>3. Software</b>	<b>4</b>
3.1. Protocolos que usa Google Cast . . . . .	7
3.1.1. DIAL . . . . .	7
3.1.2. mDNS (multicast Domain Name System) . . . . .	9
3.1.3. Modo invitado vía ultrasonidos . . . . .	10
3.2. Comparativa con otros protocolos multimedia . . . . .	10
3.2.1. Miracast . . . . .	10
3.2.2. MiracleCast . . . . .	11
<b>4. Aplicaciones</b>	<b>11</b>
<b>Referencias</b>	<b>11</b>

## 1. Introducción

Google Chromecast es un dispositivo de reproducción multimedia fabricado por Google y comercializado a partir de Julio de 2013. Reproduce contenido multimedia conectado a una televisión o monitor vía HDMI haciendo streaming mediante Wi-Fi. Un nuevo modelo Chromecast Ultra que soporta 4k fue anunciado durante el evento #MadeByGoogle.

Para hacer streaming utiliza el software Google Cast, un protocolo propietario de Google que permite controlar la reproducción de contenido multimedia desde un dispositivo local en otro dispositivo compatible con esta tecnología. Google Cast dispone de librerías para las últimas versiones de Android y iOS, así como para Chrome OS y aplicaciones de Google Chrome.

Chromecast permite reproducir contenido almacenado en un dispositivo conectado a la red local o en un servidor externo. El control de la reproducción se realiza en ambos casos desde uno o varios dispositivos locales compatibles con la tecnología Google Cast. Cuando no hay contenido en streaming reproduce un contenido personalizable de fondo, puede incluir fotos personales, de satélite, noticias, etc. Por defecto muestra imágenes aleatorias seleccionadas por Google.

Existe un Chromecast Audio compatible solo con audio pensado para conectarse a altavoces. Hay otras tres versiones del Chromecast: la primera generación, la segunda y el Chromecast Ultra. La principal mejora de la segunda generación fue la compatibilidad con redes Wi-Fi a 5GHz. El Chromecast Ultra incluye como novedad la posibilidad de reproducir vídeo 4K.

Su principal competidor es el servicio AirPlay desarrollado por Apple, que permite streaming inalámbrico entre dispositivos iPhone, iPad o Mac para audio, vídeo, fotos, etc.

## 2. Hardware



Figura 1: Chromecast de primera generación

El Chromecast de primera generación incluye un decodificador de VP8 y H.264 para formatos de compresión de vídeo, 512 MB de Micron DDR3L RAM y 2 GB o 4 GB de memoria flash según la

fuelle (Google no ha publicado las especificaciones del dispositivo). Se conoce que tiene un chip a 700 MHz single core. Tiene una salida HDMI, una entrada micro USB para la alimentación, un LED que indica el estado del dispositivo y un botón para el reseteo. Sus estándares de conexión son Wi-Fi 802.11 b/g/n (solo 802.11n a 2,4 GHz).

El de segunda generación tiene 512 MB de Samsung DDR3L RAM y 256 MB de memoria flash. El dispositivo tiene un cable flexible en cuyo extremo se encuentra la salida HDMI, usa un procesador dual core ARM Cortex-A7 con 1.3 GHz de frecuencia y tiene tres antenas adaptativas para mejorar la conexión con el router. Sus estándares de conexión son 802.11 b/g/n/ac Wi-Fi (2,4 GHz/5 GHz).



Figura 2: Chromecast de segunda generación

El Chromecast Audio es externamente igual que el de segunda generación, pero tiene una salida Jack de 3,5 en lugar del HDMI y un chip de procesamiento de audio.



Figura 3: Chromecast Audio

Acerca del hardware del Chromecast Ultra se conoce poco de manera oficial. La mayor diferencia es, aparte de la mayor potencia de procesamiento necesaria para reproducir vídeo 4K, que incluye una

entrada Ethernet en el adaptador de corriente para conectarlo a Internet como alternativa al Wi-Fi.



Figura 4: Chromecast Ultra

### 3. Software

EL Google Chromecast no es más que un dispositivo compatible con el protocolo propietario de Google Cast que actúa como receptor. Este protocolo fue lanzado en julio de 2013 en exclusividad para las aplicaciones de YouTube, Google Play Music, Google Play Movies & TV y Netflix usando como receptor el Chromecast de primera generación, pero en febrero de 2014 pusieron el SDK a disposición de todos los desarrolladores para usarlo en sus propias aplicaciones. En mayo de 2015 había más de 20.000 aplicaciones de terceros compatibles con esta tecnología según reconoce Google.

Para iniciar la reproducción de un contenido pulsamos el botón de *cast*, que aparecerá automáticamente si Google Cast está integrado con la aplicación. En ese momento aparecen los dispositivos Chromecast conectados a la red local y se elige aquel donde se quiere emitir el contenido. Si el puerto HDMI dispone de Consumer Electronics Control (CEC) la televisión se encenderá inmediatamente.

Google Cast tiene dos modos de funcionamiento:

- Uno es usar dispositivo desde el que solicitamos el streaming (en adelante dispositivo emisor) para controlar la reproducción: pausar un vídeo, subir el volumen del audio, crear o modificar una cola de reproducción, etc. El dispositivo receptor (por ejemplo un Chromecast) es quien se encarga de descargarlo y comunicarse con el servidor de contenido, liberando al dispositivo emisor de esta tarea. Esto garantiza una carga de trabajo muy baja para el emisor y le permite estar bloqueado mientras la reproducción está teniendo lugar. Ejemplos de aplicaciones que usan este modo de funcionamiento serían Netflix o YouTube. Las aplicaciones emisoras de este tipo deben ser compatible con Android 4.1, iOS 7.0 o versiones superiores si son aplicaciones móviles y con Windows 7, macOS 10.7, Chrome OS 28 o versiones superiores si son aplicaciones Chrome. En este último caso, se debe tener instalada la extensión Cast.

- El otro modo está pensado para enviar contenido del dispositivo emisor, como cuando hacemos mirroring o usamos la televisión como segunda pantalla de una aplicación (por ejemplo en juegos que hacen uso de la Game Manager API). El mirroring está soportado de manera nativa en el Chromecast (es decir, no hace falta descargar una aplicación) para pestañas de Chrome, el escritorio de un ordenador con Chrome instalado o dispositivos con Android 4.4 o superior. La calidad del streaming en este caso varía ampliamente según la potencia de procesamiento del emisor. En el caso de hacerse desde un smartphone, la calidad de las imágenes normalmente se deteriora debido al escalado.

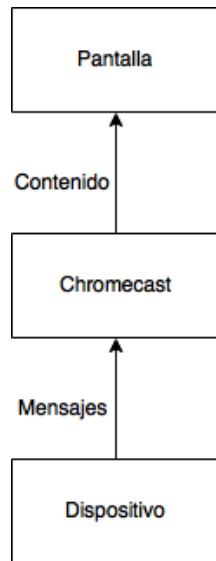


Figura 5: Ilustración del primer modo de funcionamiento de Google Cast

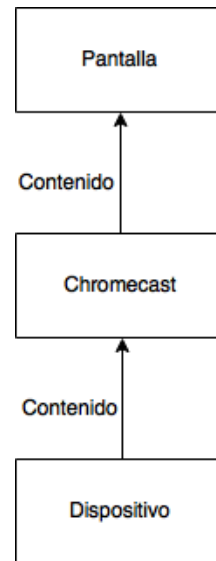


Figura 6: Ilustración del segundo modo de funcionamiento de Google Cast

Hasta diciembre de 2014, el dispositivo emisor y receptor debían estar conectados a la misma red Wi-Fi para reproducir contenido, pero en las versiones posteriores a esa fecha ya no es necesario. Esto se debe a que se ha añadido un modo invitado. En este modo, el receptor emite ultrasonidos a través de los altavoces y el emisor es capaz de localizarlo usando el micrófono. También puede usarse un PIN de cuatro dígitos que aparece en pantalla. El modo invitado está disponible para todos los Chromecast con un dispositivo Android como emisor y para los Chromecast a partir de la segunda generación para aquellos con dispositivos iOS como emisor.

Como hemos adelantado, la API de Google Cast implementa el paradigma del productor-consumidor. Para implementar el protocolo hacen falta dos aplicaciones:

- La aplicación emisora que se encarga de proveer al usuario la capacidad de controlar la reproducción y elegir el dispositivo donde se emite el contenido. Esta aplicación crea un canal seguro con la aplicación receptura para el intercambio de mensajes.
- La aplicación receptora es una web app ejecutándose en una versión adaptada del navegador Chrome con una interfaz gráfica en CSS. Esta puede tener una complejidad muy variable, pu-

diendo ir desde limitarse a reproducir contenido HTML5 hasta soportar protocolos de streaming como MPEG-DASH, HTTP Live Streaming o el Microsoft Smooth Streaming Protocol[1]. Al ser una web app, el código de la misma debe estar alojado en un servidor, ya que el Chromecast no almacena aplicaciones. Una consecuencia de esto último es que, aunque el contenido esté alojado en un dispositivo de la red local, normalmente seguirá siendo imprescindible conexión a internet para cargar la web app. Esto sería posible si la web app también estuviese almacenada en un servidor local, pero es algo que solo tiene sentido para aplicaciones que desarrolle el propio usuario.

Los formatos multimedia a los que Google Cast da soporte son los siguientes:

- Imágenes en formato BMP, GIF, JPEG, PNG y WEBP, con un límite de 1280x720 píxeles de resolución.
- Los codecs de audio HE-AAC, LC-AAC, MP3, Vorbis, WAV (LPCM) y FLAC. AC-3 (Dolby Digital) y E-AC-3 (EC-3, Dolby Digital Plus) están disponibles para passthrough de audio.
- Los codecs de vídeo H.264 High Profile Level 4.1 (decodificación hasta 720/60 o 1080/30) y VP8.

En el CES de 2015, Google anunció una expansión de Google Cast centrada en la reproducción de audio. La idea era que los fabricantes de altavoces integraran la tecnología Google Cast sin necesidad de depender de un Chromecast. Está disponible en varios modelos de LG y Sony.

En mayo de 2015, Google lanzó nuevas APIs dirigidas a poder el televisor como segunda pantalla que muestre un contenido distinto del de la aplicación emisora. Esto, junto con las Game Manager APIs, permite, por ejemplo, usar varios dispositivos como mandos en una partida de un videojuego y una pantalla común que proyecte la partida. Uno de esos dispositivos sería el que controlara el estado de la partida y se sincronizarían entre ellos intercambiando mensajes con un Chromecast u otro dispositivo receptor.



Figura 7: Ilustración de Google para explicar el potencial de su Game Manager API

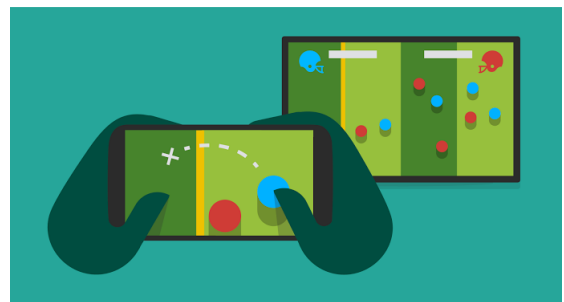


Figura 8: Ilustración de Google como ejemplo de uso de una pantalla externa a través de Google Cast



Figura 9: Ejemplo de uso de una pantalla externa para videojuegos

### 3.1. Protocolos que usa Google Cast

El funcionamiento de Google Cast se descompone en dos pasos: primero, la detección de dispositivos receptores desde la aplicación emisora y, segundo, el intercambio de mensajes entre receptor y emisor. La primeras versiones del Chromecast usaban el protocolo DIAL para ambos pasos. En las últimas versiones, para el primer paso se utiliza el protocolo mDNS cuando los dispositivos se encuentran en la misma red local y un protocolo especial basado en ultrasonidos para el modo invitado. Para el segundo paso, Google no ha hecho público qué protocolo se usa. Solo ha trascendido [que no usa WebSockets y que se establece un canal binario seguro entre ambos extremos](#).

#### 3.1.1. DIAL

DIAL (DIscovey And Launch) es el antiguo protocolo de comunicación que usaba Chromecast, desarrollado con Netflix y Youtube. Se basa en Universal Plug and Play (UPnP), Simple Service Discovery Protocol (SSDP) y protocolos HTTP. SSDP es un protocolo que sirve para la búsqueda de dispositivos UPnP en una red. Utiliza UDP en unicast o multicast en el puerto 1900 para anunciar los servicios de un dispositivo. Si el receptor ofrece el servicio deseado devuelve el mensaje '200 OK' con HTTP.

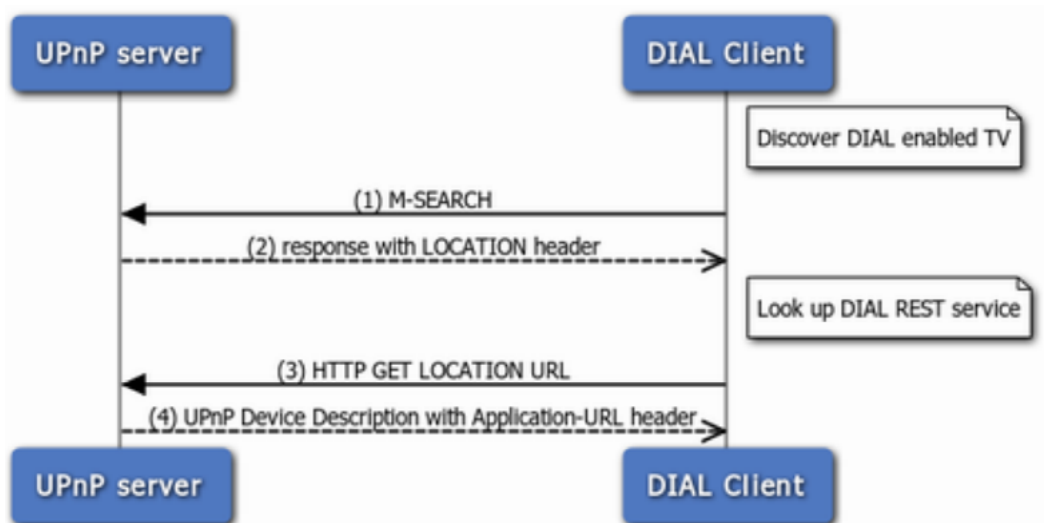


Figura 10: Funcionamiento DIAL

DIAL permite a los llamados dispositivos en segundo plano, como tablets o móviles, enviar contenido a dispositivos en primer plano, por ejemplo televisiones. Los dispositivos en segundo plano almacenarán el cliente, los de primer plano ejecutarán el servidor. Para evitar conflictos con los nombres de aplicaciones DIAL tiene un registro con las aplicaciones que soporta. En el caso de que la aplicación deseada no esté en esa lista puede que tenga un prefijo que esté registrado, para así ofrecer mayor flexibilidad.

El protocolo dial tiene dos componentes, DIAL Service Discovery y DIAL REST Service. El primero busca el dispositivo en primer plano dentro de una red local y permite conectarlos, trabajo que en la actualidad recae en mDNS. El segundo permite al cliente mandar contenido, hacer consultas como subir o bajar volumen, etc. al servidor. El servidor puede procesar mensajes de hasta 4KB.

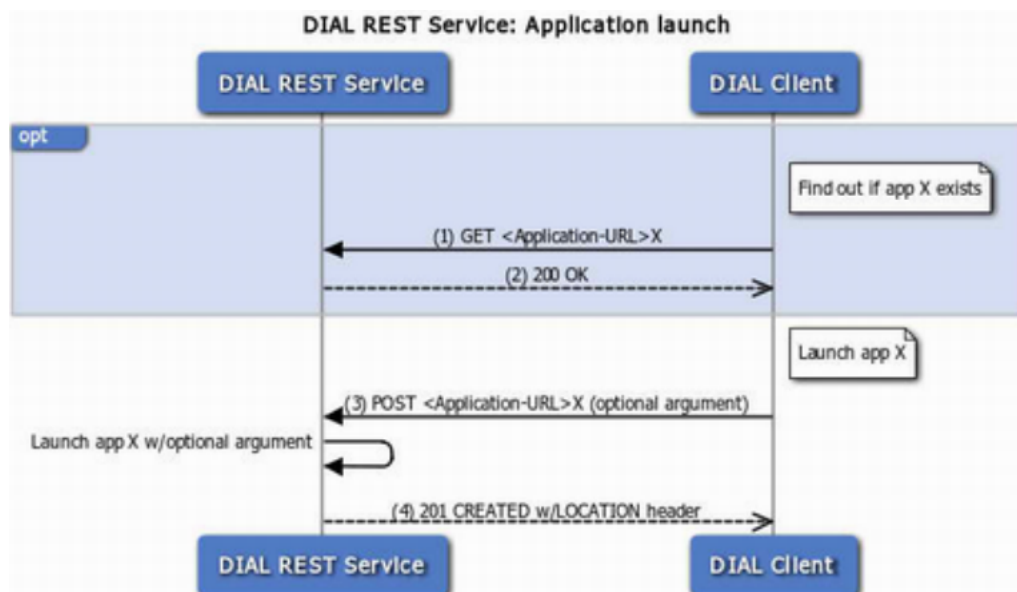


Figura 11: Funcionamiento DIAL



Las respuestas específicas y otros detalles como manejo de excepciones se pueden encontrar en [2]

### 3.1.2. mDNS (multicast Domain Name System)

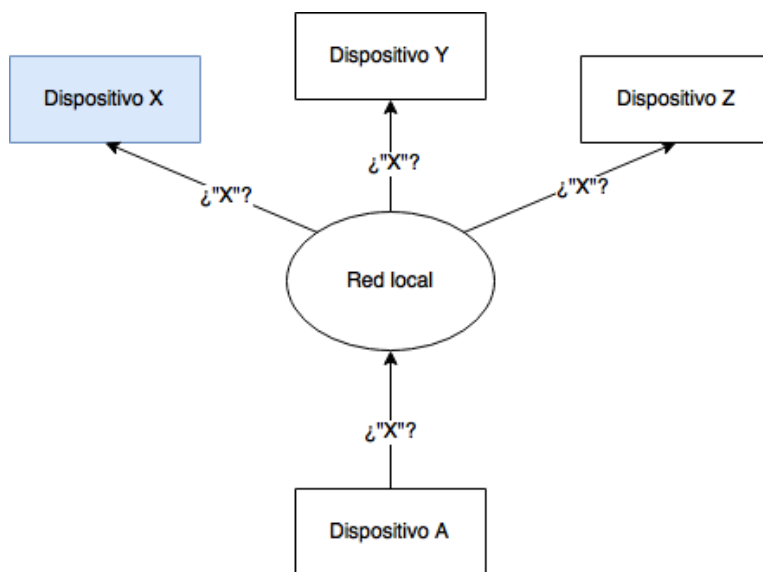


Figura 12: Primer paso del protocolo mDNS

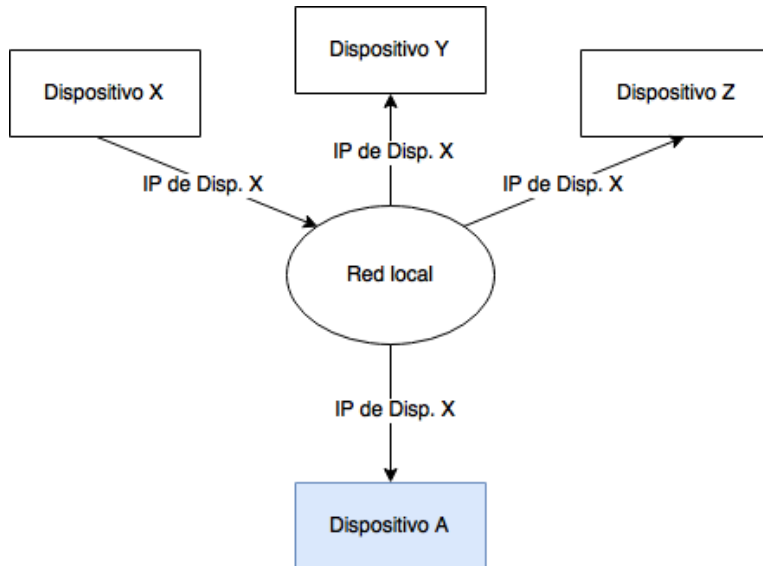


Figura 13: Segundo paso del protocolo mDNS

mDNS es el protocolo usado para encontrar los dispositivos a los que conectarnos.

### 3.1.3. Modo invitado vía ultrasonidos

Si se usa un dispositivo cercano a un Chromecast, este puede detectarlo y sincronizarse vía ultrasonidos. El Chromecast emite sonidos a muy alta frecuencia (inaudibles para un humano) a través del altavoz de la televisión. Estos sonidos son la codificación de un mensaje determinado. A continuación, el emisor escucha este sondo a través del micrófono y lo transforma a un mensaje interpretable por la aplicación. Este procedimiento está limitado por especificaciones del dispositivos: a menudo, el micrófono no es capaz de detectar sonidos a frecuencias tan altas, bien por limitaciones de hardware o de firmware. Para entender mejor el funcionamiento del intercambio de información a través de ultrasonidos, se explica con más detalle en [el blog del ingeniero de Google Boris Smus](#).

Básicamente, hay que establecer un alfabeto de símbolos que se pueden usar en el mensaje, asociando a cada símbolo una frecuencia. Para traducción entre símbolos y sonidos se usa [DTMF](#).

## 3.2. Comparativa con otros protocolos multimedia

### 3.2.1. Miracast

Para que nuestra smartTV sea capaz de usar Miracast sin necesidad de Chromecast necesitaría soportar Wi-Fi Direct, es decir, estuviera conectada por Wi-Fi y fuese compatible con ella. Los dispositivos que envían y reciben información tienen que estar certificados para Miracast, pero existe un plug para dispositivos no certificados. Miracast está disponible para dispositivos Android 4.2 o superior.

La conexión está creada vía Wi-Fi Protected Setup (WPS), mecanismos para facilitar la configuración de una red WLAN con seguridad WPA2. WPS contempla cuatro configuraciones para el intercambio de credenciales, PIN (Personal Identification Number), PBC (Push Button Configuration), NFC (Near Field Communications) y USB (Universal Serial Bus). La configuración PIN no es recomendable por su debilidad ante ataques de fuerza bruta.



- Capa de internet: IPv4
- Capa de transporte: TCP/UDP
- Capa de aplicación: RTSP y RTP controlan el streaming

A partir de Android 6.0 Google ha dejado de dar soporte a Miracast en favor de su propio Chromecast. Con Miracast el dispositivo receptor es dependiente del dispositivo Android emisor[3], si se bloquea también bloqueará la reproducción en el receptor. Esto puede ser una gran desventaja, por ejemplo, para la batería del emisor.

Chromecast solo necesita enviar la señal durante la configuración inicial, y en caso de querer parar la reproducción, subir/bajar volumen, etc., después se libera el emisor. Chromecast no reproduce contenido protegido por Digital Rights Management (DRM).

### 3.2.2. MiracleCast

MiracleCast es una alternativa de código abierto a Miracast. El nombre viene por la dificultad de crear una red Wifi-P2P estable (basado en *wpa\_supplicant*).

El núcleo de MiracleCast es un demonio llamado *miracled* [4], que controla links locales, las peticiones de conexión, se encarga de la codificación del protocolo y el parsing. Su línea de comandos puede ser usada para controlar el demonio, crear nuevas conexiones, modificar parámetros, etc. Soporta un modo interactivo que muestra las peticiones de conexión y permite al usuario aceptarlas o no.

El código fuente se puede encontrar en [github](#).

## 4. Aplicaciones

En el primer lanzamiento YouTube y Netflix eran soportadas como aplicaciones web en Android, iOS, y navegador Chrome, Google Play Music y Google Play Movies & TV eran soportadas como aplicaciones. El SDK estuvo abierto para desarrolladores a partir de Febrero de 2014, ahora es parte del framework de Google Play Services.

Una lista completa de las aplicaciones compatibles se puede encontrar en la [página web de chromecast](#)

## Referencias

- [1] John Affaki. Ready to cast: Chromecast now open to developers with the google cast sdk. <https://developers.googleblog.com/2014/02/ready-to-cast-chromecast-now-open-to.html>, 2014.
- [2] Netflix. Dial-2ndscreenprotocol. <https://community.arubanetworks.com/aruba/attachments/aruba/unified-wired-wireless-access/26971/1/DIAL-2ndScreenProtocol-1.6.4.pdf>, 2012.
- [3] Sharon Profis. Miracast: Everything to know about mirroring android. <https://www.cnet.com/how-to/miracast-everything-to-know-about-mirroring-android/>, 2013.
- [4] Patrick Herrmann. On wifi-display, democratic republics and miracles. 2014.