

lo6 – IoT sobre IPv6

27 de septiembre, 2016

LACNIC, San José, Costa Rica

Gabriel Montenegro (Microsoft)

co-chair 6lo WG IETF

Introducción

- Motivación, porqué IP, porqué IPv6
- Historia
- Desafíos y Soluciones
- Estado actual del mercado y estándares

Motivaciones

- Edificios inteligentes
 - 80% del costo de adecuamiento de un edificio comercial está en el cableado e instalaciones relacionadas
 - johnson controls, Honeywell, etc
- Compañías de energía
 - Fino monitoreo de demanda y control de producción
 - Enormes ahorros energéticos
- Hogar inteligente
 - automatización del hogar (candados, termostatos, luces, riego, etc)
 - Monitoreo y control
- Aplicaciones médicas
 - Monitoreo y tendencias constantes versus una o dos visitas anuales
 - Mayor autonomía para personas de la tercera edad
- Agricultura de precisión
 - Control preciso de riegos y abonos
 - Monitoreo preciso de la cosecha

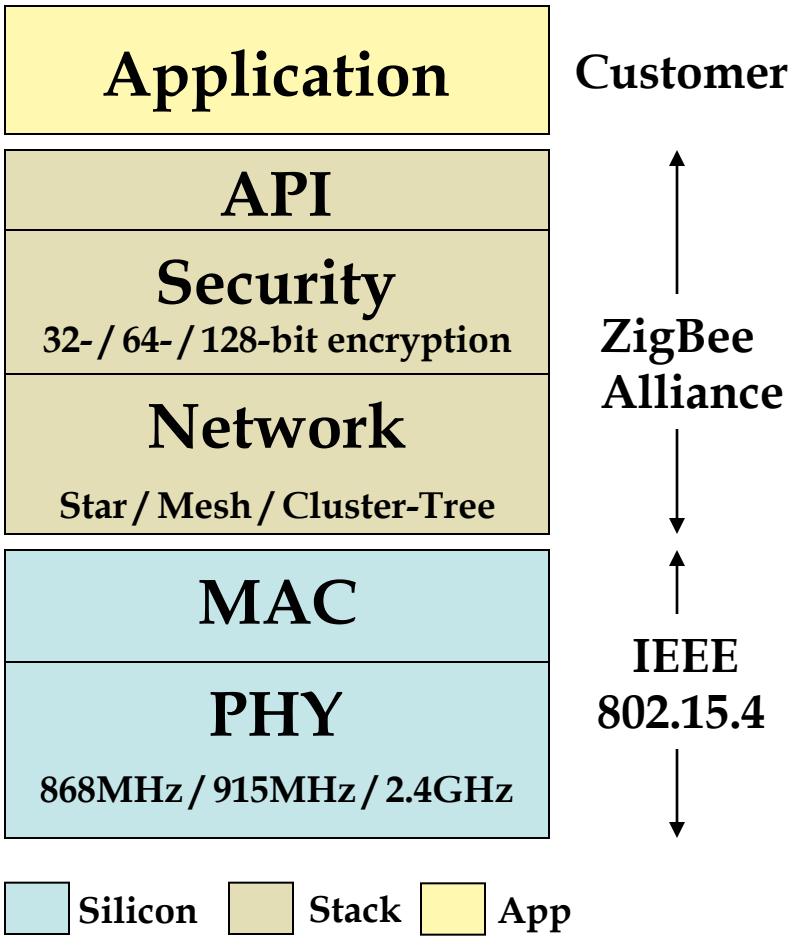
Porqué IPv6?

- Enorme número de dispositivos
 - capacidad de direccionamiento va más allá de IPv4
- Necesidad de autoconfiguración
- Necesidad de compresión de encabezados
 - IPv6 es más comprimible que IPv4
- Restricciones de memoria
 - frecuentemente es obligatorio escoger una sola pila de redes
- Razones prácticas
 - Uso de infraestructura existente
 - Tecnología conocida
 - Implementaciones y librerías disponibles
 - Herramientas de diagnóstico existentes
 - Obviar la necesidad de intermediarios

Historia

- ZigBee como motivación
- Discusión inicial en Grenoble (2003/2004)
- Problemas iniciales de ZigBee
- Fundación en IETF del 6lowpan working group
 - Propuesto en 2004
 - Fundado en 2005: primer grupo IoT (“sensores”) en IETF
- Relevo a **6lo** a partir del 2013

IEEE 802.15.4 & ZigBee In Context



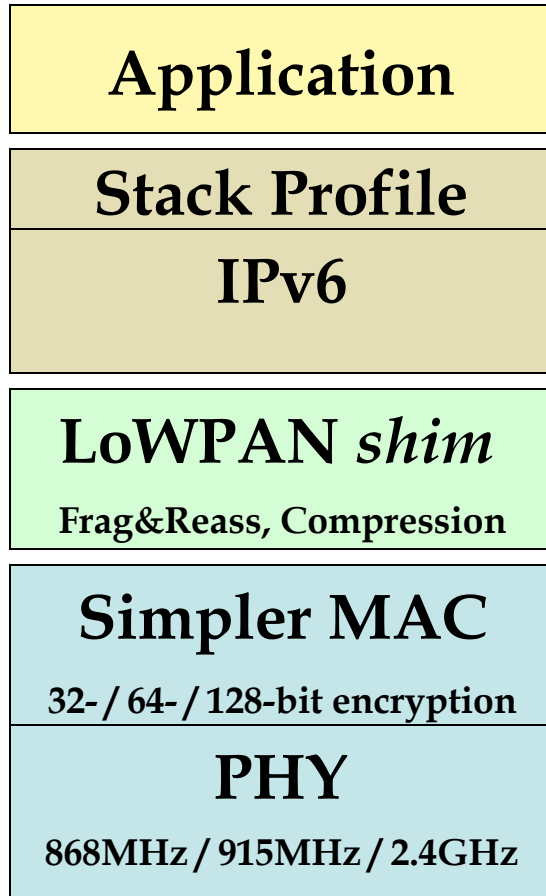
- "the software"
- Network, Security & Application layers
- Brand management

IEEE 802.15.4

- "the hardware"
- Physical & Media Access Control layers



IEEE 802.15.4 & 6LoWPAN



↑
IEEE
802.15.4
↓

6LoWPAN

- IPv6 adaptation

IEEE 802.15.4

- “the hardware”
- Physical & Media Access Control layers

Desafíos de IPv6 (1/2)

- Fragmentación y reensamblaje de paquetes
 - 1280 octetos para IPv6
 - tamaños máximos reducidos: e.g., 127 octetos para 802.15.4
 - menos de 20 para tecnologías LPWAN (no confundir con LoWPAN)
- Compresión de encabezados
 - IPv6 sin compresión no es utilizable
 - desperdicio de energía

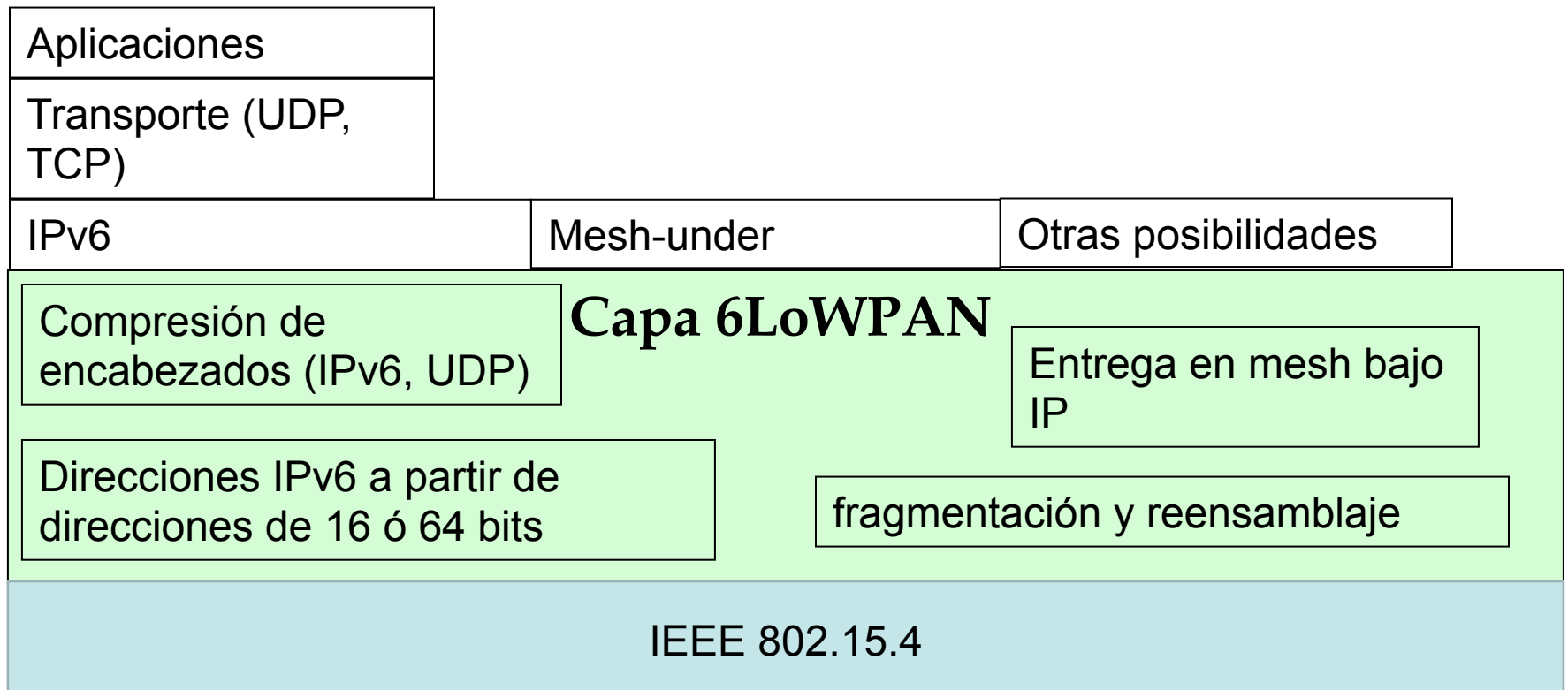
Desafíos de IPv6 (2/2)

- Medio inalámbrico
 - Neighbor Discovery en IPv6 es ineficiente
- Topologías diversas
 - Redes en estrella o en mesh
- Privacidad y Seguridad son más complejos
 - Los dispositivos se encuentran al alcance físico de atacantes potenciales
 - Carencia de recursos (versus un PC o smartphone) para lidiar con estos retos

6LoWPAN y 802.15.4

No solo para IPv6, estrictamente hablando

Entrega de paquetes en Mesh-under: tablas de enrutamiento via otros protocolos (igualmente sobre 6LoWPAN) como LOADng, etc



Valores de Dispatch (RFC4944)

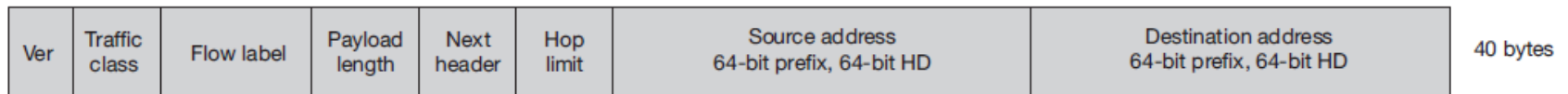
Pattern	Header Type
00 xxxxxx	NALP - Not a LoWPAN frame
01 000000	ESC - RFC6282
01 000001	IPv6 - Uncompressed IPv6 Addresses
01 000010	LOWPAN_HCI - LOWPAN_HCI compressed IPv6
01 000011	reserved - Reserved for future use
...	reserved - Reserved for future use
01 001111	reserved - Reserved for future use
01 010000	LOWPAN_BC0 - LOWPAN_BC0 broadcast
01 010001	reserved - Reserved for future use
...	reserved - Reserved for future use
01 100000	LOWPAN_IPHC- RFC6282
...	LOWPAN_IPHC- RFC6282
01 111110	reserved - Reserved for future use
01 111111	LOWPAN_IPHC- RFC6282
01 111111	ESC - Additional Dispatch byte follows
10 xxxxxx	MESH - Mesh Header
11 000xxx	FRAG1 - Fragmentation Header (first)
11 001000	reserved - Reserved for future use
...	reserved - Reserved for future use
11 011111	reserved - Reserved for future use
11 100xxx	FRAGN - Fragmentation Header (subsequent)
11 101000	reserved - Reserved for future use
...	reserved - Reserved for future use
11 111111	reserved - Reserved for future use

Compresión libre de estado o con estado compartido

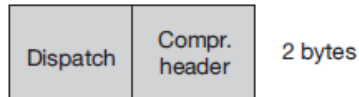
- Compresión óptima del encabezado IPv6 (2 octetos en lugar de 40)
 - Versión IP = IPv6
 - IPv6 origen y destino son *link local* o *prefijo conocido* ($CID == 0$)
 - IID derivado de 802.15.4
 - longitud obtenida de IEEE 802.15.4 o del encabezado de fragmentos
 - Traffic Class y Flow Label ambos 0
 - Next Header es UDP, ICMP or TCP
 - Hop Limit: valor conocido

Ejemplos de compresión

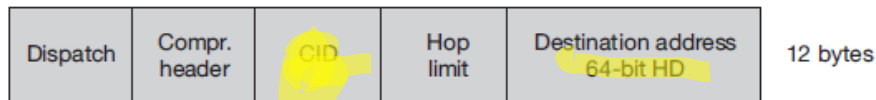
IPv6 header



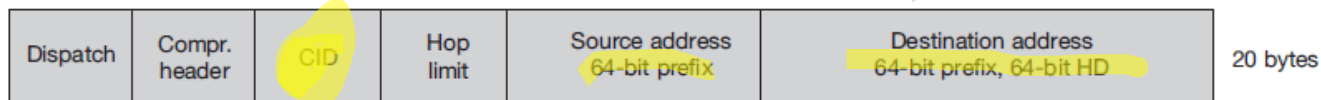
1. Compressed header, FE80::CAFE:00FF:FE00:0100 → FE80::CAFE:00FF:FE00:0200



2. Compressed header, 2001::DEC4:E3A1:FE24:9600 → 2001::4455:84C6:39BB:A2DD



3. Compressed header, 2001::DEC4:E3A1:FE24:9600 → 2001::4455:84C6:39BB:A2DD



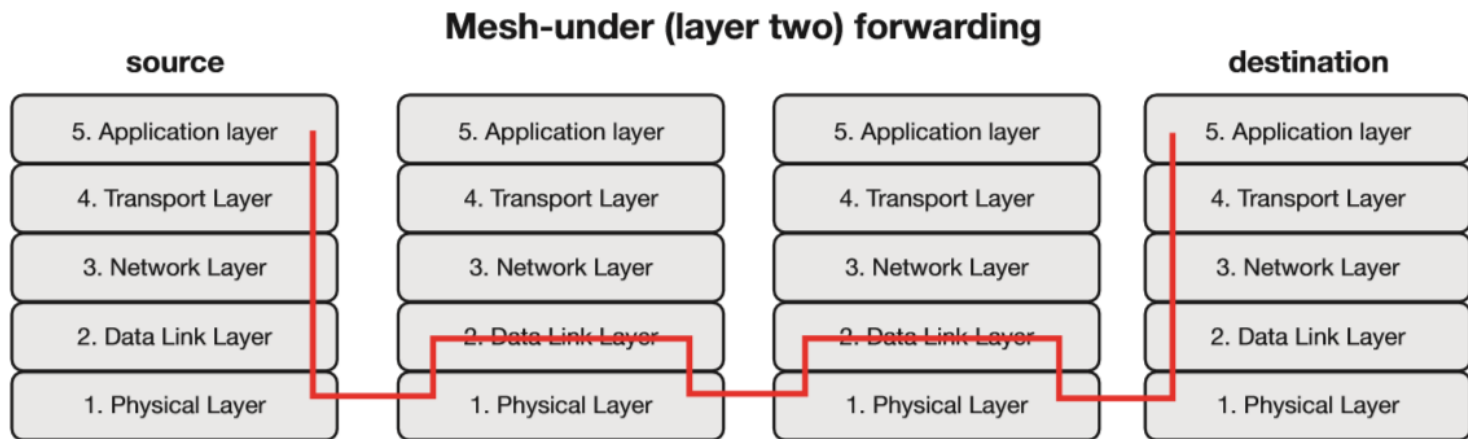
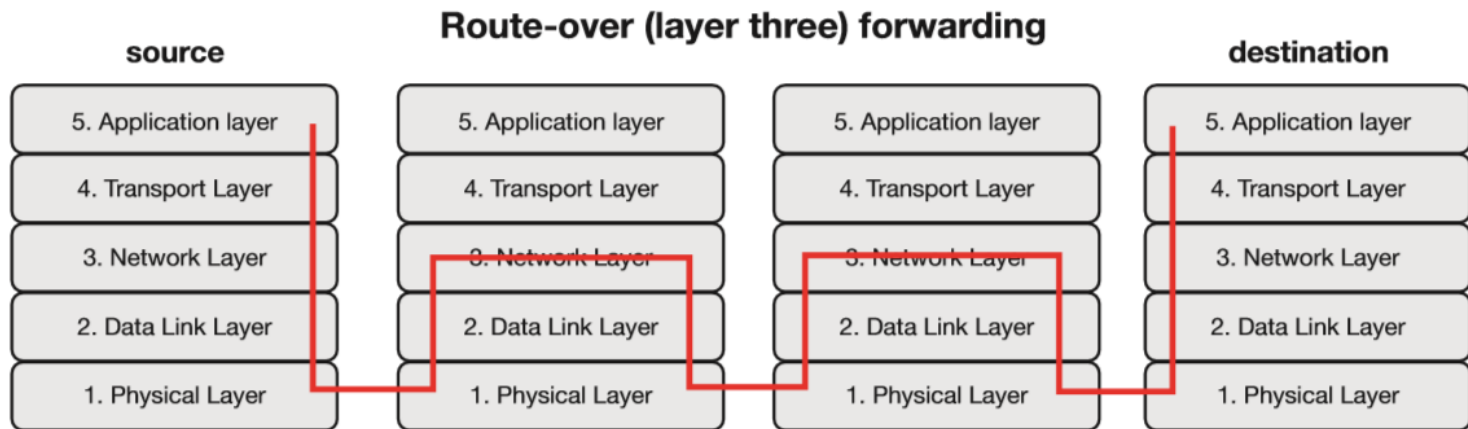
Neighbor Discovery (RFC6775)

- ND clásico asume Ethernet
 - Segmento IEEE 802 multicast/broadcast
 - Uso frecuente de multicast
- Una LoWPAN tiene enlaces inciertos
 - Pérdidas
 - Bajo consumo (dispositivos durmientes)
 - Bajo ancho de banda
- Enlaces asimétricos y no transitivos
- Amalgama de enlaces

Opciones ND en RFC6775

- Interacciones iniciadas por nodos les permite dormir
- Eliminación de resolución de direcciones via multicast
- Registro de direcciones de nodos via unicast (NS/NA)
- Distribución de contextos de compresión y prefijos
- Multihop para diseminar información y detectar duplicados (DAD) (reemplazable por un protocolo de enrutamiento)

Mesh-under y route-over



Mesh-under vs Route-over

- Fragmentos reensamblados en el destino
 - Direcciones L2 (MAC)
 - One IP link, one IEEE 802 broadcast/multicast domain
 - Typically 1 border router
 - Aplicaciones del enlace local no ven ninguna diferencia
- Fragmentos reensamblados en cada hop (salto)
 - Direcciones L3 (IP)
 - Multiple IP links and broadcast/multicast domains
 - Typically multiple border routers
 - Aplicaciones no ven un solo enlace local

LoWPAN format examples

Paquete IPv6 **no comprimido**:

```
+-----+-----+-----+
| IPv6 Dispatch | IPv6 Header | Payload |
+-----+-----+-----+
```

Paquete IPv6 **comprimido**:

```
+-----+-----+-----+
| IPHC Dispatch | IPHC hdr | Payload |
+-----+-----+-----+
```

Paquete IPv6 comprimido con direccionamiento en **mesh**:

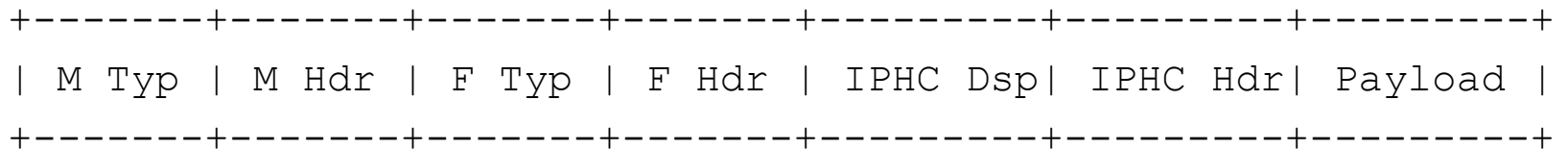
```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Mesh Type | Mesh Header | IPHC Dispatch | IPHC Header | Payload |
+-----+-----+-----+-----+-----+
```


Fragment and Mesh Headers

Paquete IPv6 comprimido con **fragmentación**:



Paquete IPv6 comprimido con direccionamiento en **mesh** y **fragmentación**:



6LoWPAN y 6lo

- 6lowpan
 - RFC4944 (adaptación básica de IPv6)
 - RFC6282 (compresión de encabezados)
 - Reemplaza la compression de RFC4944
 - RFC6775 (modificaciones a neighbor discovery para IoT)
- 6lo
 - Extensiones (de ND, compresión, códigos)
 - Privacidad
 - Otras tecnologías de redes

6Lo y otras tecnologías de redes

Extensiones de Neighbor Discovery

MIB

Compresión genérica

Otras extensiones y actualizaciones (privacidad, extensibilidad, tecnología mesh, etc)

Aplicaciones, HTTP, CoAP, MQTT			
Transporte (UDP, TCP), Seguridad (TLS, DTLS)			
IPv6	Mesh-under	Otras posibilidades	
Compresión de encabezados (IPv6, UDP)		6LoWPAN layer	
Direcciones IPv6 a partir de direcciones de 16 ó 64 bits		Entrega en mesh bajo IP	
		fragmentación y reensamblaje	
Bluetooth LE	ITU-T G.9959 (Zwave)	MS/TP (BacNet)	DECT ULE

Desafíos generales

- Seguridad
- Privacidad
- Interoperabilidad
- Multiplicidad de pilas de protocolos e insuficiencia de estándares
 - Organizaciones de estándares vs
 - Organizaciones de certificación

Estado

- Aceptación
- Contiki, TinyOS, ISA 100, ZigBee, ITU-T G.9903 (G3-PLC for Smartgrid)
- Thread Group – consorcio de fabricantes basados sobre IPv6, 802.15.4 y 6lowpan
 - Samsung, Nest (Google), ARM
 - Microsoft, Silicon Labs, Freescale, Qualcomm y muchas otras
 - Alianzas con OCF, ZigBee, Connected Lighting Alliance
 - Productos comenzando a salir