

*“Características y Funcionamiento del
Estándar IEEE802.15.7 Sobre Comunicación
en el Espectro Visible”*

Redes de Computadores I - ELO322

Guillermo Becerra
Alexis Diomedi
Felipe Arriagada

2 de julio de 2016



Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

1 Introduction

2 Descripción General

3 Especificación del Protocolo MAC

- Superframe
- Espacio entre frames
- Algoritmo de acceso aleatorio
- Sincronización
- Transmisión, recepción y acuses
- Descripción del Frame

Introducción

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe
Espacio entre frames
Algoritmo de acceso aleatorio
Sincronización
Transmisión, recepción y acuses
Descripción del Frame

- El espectro electromagnético
- Internet de las cosas
- Wi-Fi vs. Li-Fi

Descripción General

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

- El estándar define una capa física y de enlace para comunicaciones inalámbricas de corto alcance en la banda de 380 nm a 780 nm (luz visible).
- PHY I (11-270 kbps), PHY II (1.25-96 Mbps), PHY III (12-96 Mbps)
- Soporte de dimming, mitigación de flickering

Capa física

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

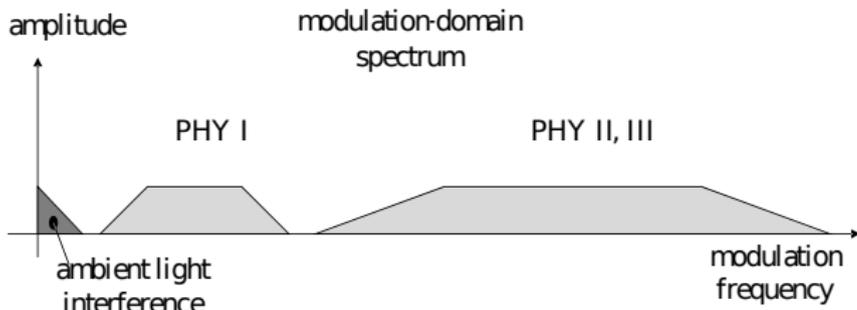
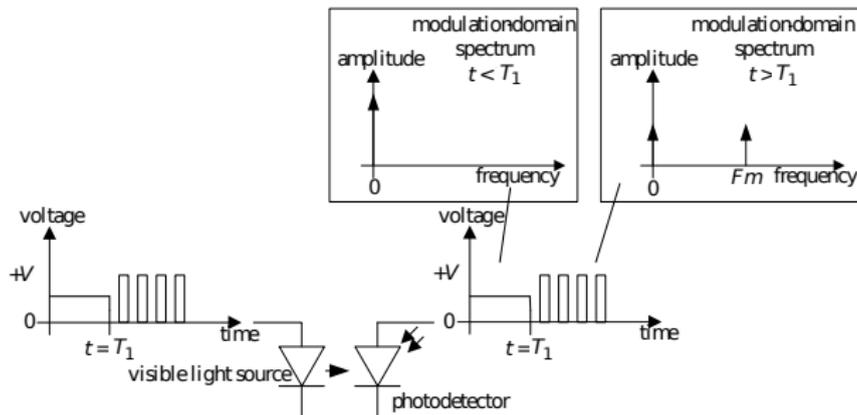
Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame



Modulación y dimming

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

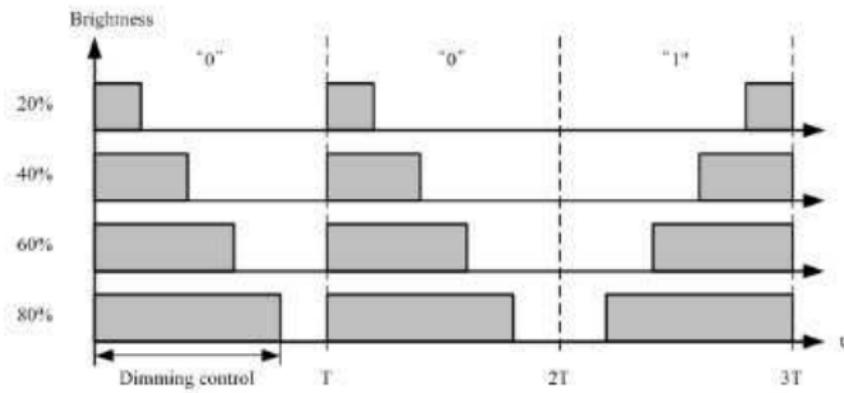
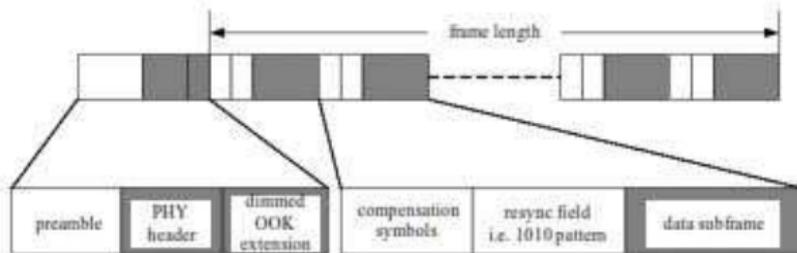
Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame



Topología de redes

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

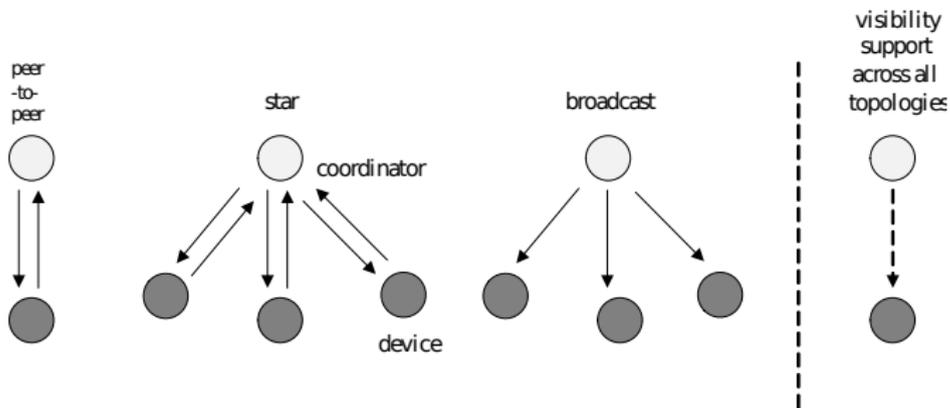


Figura: Topologías disponibles

Superframe

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Un coordinador en una red VLC de área personal (VPAN) puede acotar el tiempo de su canal mediante un superframe.

- *macOrderBeacon* (BO): Determina el intervalo entre beacons (BI)

$$BI = aBaseSuperframeDuration \times 2^{BO}, \quad 0 \leq BO \leq 14$$

- *macSuperframeOrder* (SO): Determina la duración de la porción activa del superframe (SD)

$$SD = aBaseSuperframeDuration \times 2^{SO}, \quad 0 \leq SO \leq BO$$

- Ranuras idénticas de duración

$$2^{SO} \times aBaseSlotDuration$$

Superframe

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Periodo de Acceso a Contención (CAP)

- CSMA Ranurado

Periodo Libre de Contención (CFP)

- Uplink y Downlink
- Ranura de Tiempo Garantizado (GTS)

Soporte a visibilidad

- Mantener un nivel lumínico
- Ranuras no utilizadas

Superframe

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

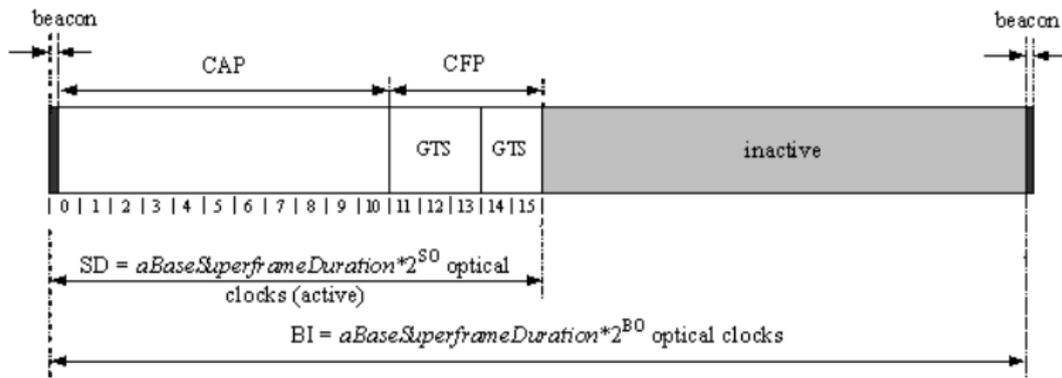


Figura: Un ejemplo de la estructura de Superframe.

Superframe

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

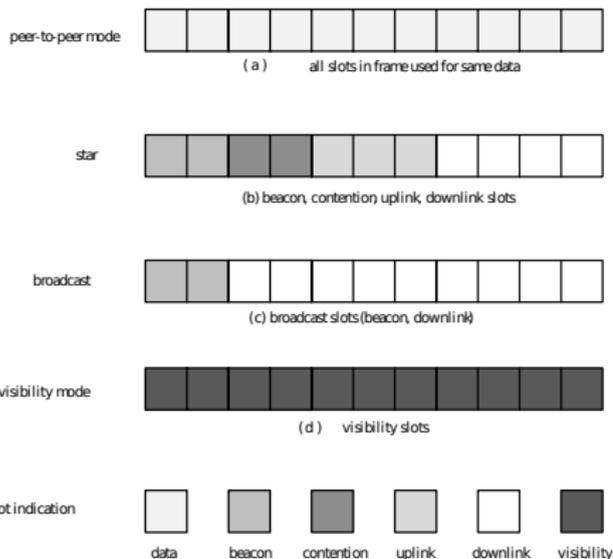


Figura: Ejemplo de uso de la estructura del frame para múltiples topologías.

Espacio entre frames

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

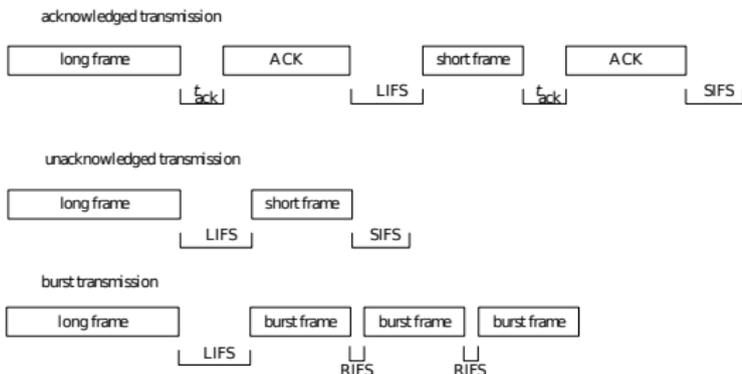


Figura: Espacio entre frames.

Algoritmo de acceso aleatorio

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Ranurado

- Periodo Backoff alineado con ranuras
- Utilizado en CAP

No ranurado

- Extremos del periodo Backoff libres

- NB: Numero de intentos de la transmisión actual
- BE: Relacionado a los posibles periodos de espera

$$\text{rand}\{[0, 2^{\text{BE}} - 1]\}$$

Algoritmo de acceso aleatorio

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

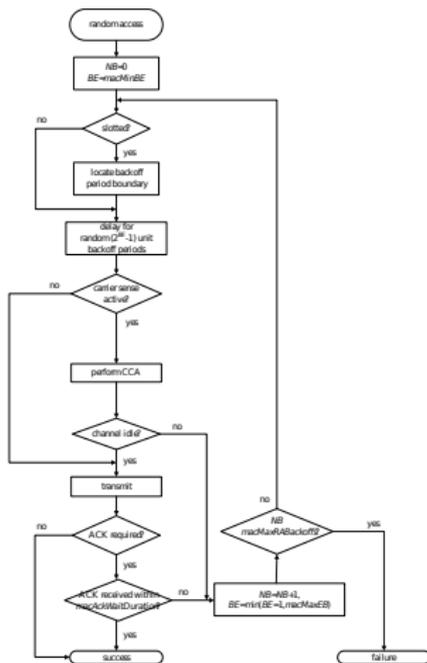


Figura: Diagrama de flujo de acceso aleatorio.

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Sincronización con beacon

- Habilitar receptor por a lo más

$$aSuperframeDuration \times (2^{BO} + 1)$$

- Si falla la detección, se repite la búsqueda hasta alcanzar

$$aMaxBeacons$$

Sincronización sin beacon

Consultas a discreción de la capa superior.

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Dispositivo

- Número de secuencia de dato (DSN) único y escogido aleatoriamente.

Coordinador

- Número de secuencia de beacon (BSN) único y escogido aleatoriamente.

MAC Frame

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Octets: 2	1	0/2	0/2/8	0/2	0/2/8	0/5/6/10/ 14	variable	2
Frame Control	Sequence Number	Destination VPAN Identifier	Destination Address	Source VPAN Identifier	Source Address	Auxiliary Security Header	Frame Payload	FCS
		Addressing fields						
MHR							MSDU	MFR

Figure 44—General MAC frame format

Figura: Formato General del MACFrame

MAC Frame: Control Field

Bits: 0-1	2-5	6-8	9	10	11	12-13	14-15
Frame Version	Reserved	Frame Type	Security Enabled	Frame Pending	Ack Request	Dest Addressing Mode	Source Addressing Mode

Figura: Campo de control del formato de frame en MAC Protocol

Frame type value $b_2 b_1 b_0$	Description
000	Beacon
001	Data
010	Acknowledgment
011	Command
100	CVD
101-111	Reserved

Figura: Tipo de frame

Introduction

Descripción
General

Especificación del
Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso
aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y
acuses

Descripción del Frame

MAC Frame: Addressing Mode

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Addressing mode value $b_1 b_0$	Description
00	VPAN identifier and address fields are not present.
01	No address field (broadcast only mode with no address fields present). Addresses with all ones of 16 bits or 64 bits are defined as broadcast.
10	Address field contains a 16-bit short address.
11	Address field contains a 64-bit extended address.

Figura: Tipo de frame

MAC Frame

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Octets: 2	1	0/2	0/2/8	0/2	0/2/8	0/5/6/10/ 14	variable	2
Frame Control	Sequence Number	Destination VPAN Identifier	Destination Address	Source VPAN Identifier	Source Address	Auxiliary Security Header	Frame Payload	FCS
		Addressing fields						
MHR							MSDU	MFR

Figure 44—General MAC frame format

Figura: Formato General del MACFrame

Recepción y Retransmisión

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Periodos de espera

- Cada dispositivo debe determinar si la subcapa de acceso al medio debe prestar funciones de recepción o no.

Debe aceptar requerimientos

- Durante el tiempo de espera, la subcapa de acceso al medio debe aceptar requerimientos de recepción y transmisión de la capa superior.

Debe aceptar como válido cuando

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

- No usa tipo de frame reservado
- Correcto macVPANID o broadcast VPAN identifier (0xffff).
- Si incluida, la dirección sea corta o larga debe coincidir, o ser broadcast.
- Si el frame es de tipo "beacon" debe coincidir el VPAN ID, o ser 0xffff.
- Si sólo se incluye la dirección de destino, el dispositivo debe ser el coordinador y el VPAN ID debe coincidir.

Algunas otras reglas

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

- Si no pasa los filtros, descartar sin más procesamiento
- Si el frame es válido (y no broadcast), y además solicita ACK, debe copiar el número de secuencia y enviarlo.
- El dispositivo debe corroborar CRC del FCS.
- El dispositivo debe procesar los datos, según el tipo de seguridad declarada.
- Si frame es válido, pasar datos la siguiente capa, o informar correctamente los "primitives".

Extrayendo datos pendientes

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

El dispositivo debe:

- Revisar lista de direcciones en "beacon frame"
- Si se encuentra en ella, mandar requerimiento durante CAP, solicitando ACK.
- El coordinador envía ACK del requerimiento al coordinador, deseablemente con el bit de frame pendiente acorde a la realidad.
- Si recibe ACK, con info pendiente, el dispositivo debe habilitar el receptor. (casos)
- El coordinador envía usando envío ranurado durante el CAP sincronizadamente, o sólo envía.
- Dispositivo considera tiempos máximos de envío.

Reconocimientos y retransmisiones

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

- Los ACK y "beacons" frames, deben ir con el bit de requerimiento de ACK en cero.
- También si el frame se envía en una red cuya topología es broadcast.
- Se asume éxito en la transmisión.
- Si se requiere ACK (datos o comandos), éste debe contener el número de secuencia del frame que lo requiere.

Conclusiones y comentarios

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

- La transmisión usando VLC es posible y debe considerar aspectos de comodidad de usuario.
- El standard estudiado permite establecer redes de poco alcance, llegando hasta unas decenas de Mbps.
- Estas redes pueden establecerse bajo distintas topologías de acuerdo a la aplicación requerida, aportando versatilidad.
- La luz tiene ventajas físicas físicas aprovechables, como FDM y nula transmisión desde interiores.

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame

Questions

Introduction

Descripción General

Especificación del Protocolo MAC

Superframe

Espacio entre frames

Algoritmo de acceso aleatorio

Sincronización

Transmisión, recepción y acuses

Descripción del Frame



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DEPARTAMENTO DE
ELECTRONICA