Contenido

Ethernet

La migración hacia redes de 1 Gbps es una necesidad del mercado, debido al incesante requerimiento de mayor ancho de banda en las redes informáticas, como consecuencia del incremento de aplicaciones multimedia y de transferencia de volúmenes de datos cada vez mayores.

Por otro lado, existe en el mercado una necesidad permanente de incrementar el ancho de banda en las redes, debido al requerimiento de mayor ancho de banda que las aplicaciones presentan y a la transmisión de señales isócronas (voz y video).

Es por ello que resulta de gran interés para la industria, la posibilidad de migrar hacia redes de 1 Gbps, las cuales son 10 veces más rápidas que las de 100 Mbps, incrementando la tasa de información y, en consecuencia, la performance de las
aplicaciones institucionales que operan en dichas redes.

El empleo de un código banda base apropiado en las placas de 1 Gbps permite la implementación de redes LAN con fibra óptica mono modo y multi modo denominadas 1.000 Base LX y 1.000 Base SX.

TECNOLOGÍA ETHERNET

- ✓ Tecnología LAN más utilizada.
- ✓ Opera en la capa de enlace de datos y en la capa física.
- ✓ Familia de tecnologías de redes que se define en los estándares IEEE 802.2 y 802.3.
- ✓ Admite anchos de banda de datos de 10, 100, 1000, 10 000, 40 000 y 100 000 Mbps (100 Gbps).

ESTÁNDARES DE ETHERNET

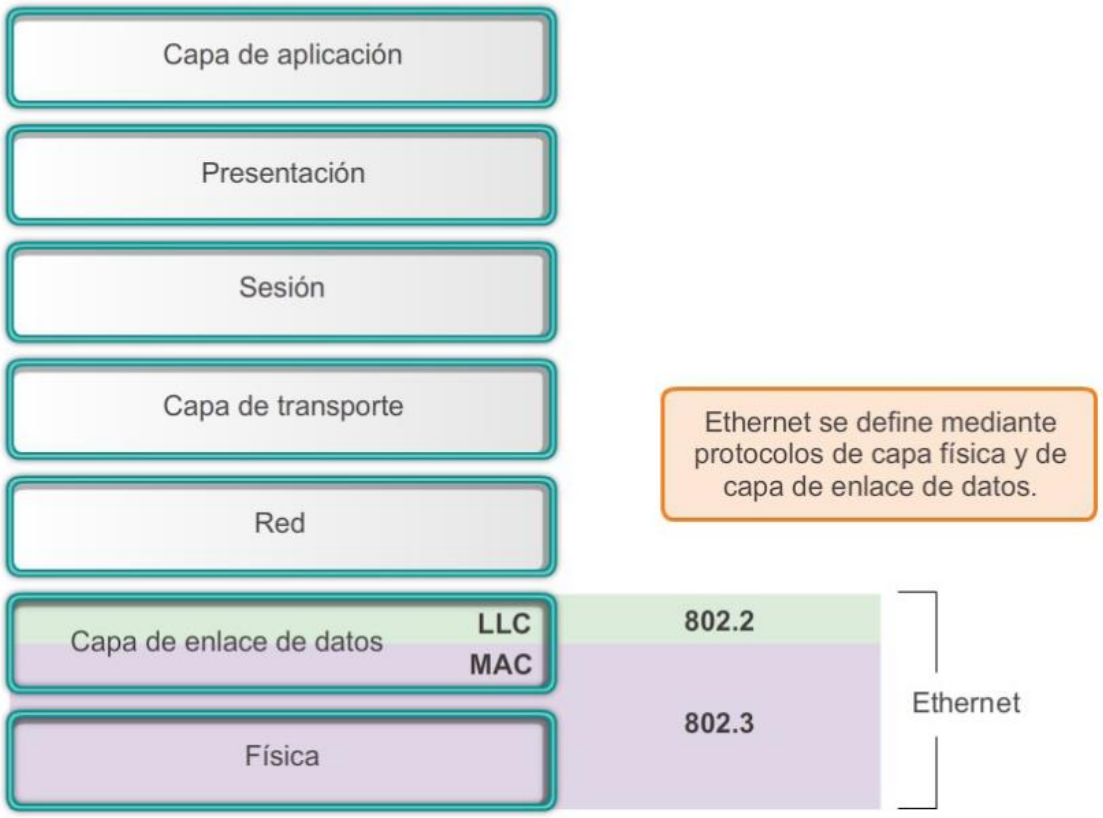
- ✓ Definen los protocolos de capa 2 y las tecnologías de capa 1.
- ✓ Operan en dos subcapas separadas de la capa de enlace de datos: La de control de enlace lógico (LLC) y la
- ✓ MAC.

LLC

- ✓ Maneja la comunicación entre las capas superiores e inferiores.
- ✓ Toma los datos del protocolo de red y agrega información de
- ✓ control para ayudar a entregar el paquete al destino.

MAC

- ✓ Constituye la subcapa inferior de la capa de enlace de datos.
- ✓ Se implementa mediante hardware, por lo general en la NIC de la PC.
- ✓ Tiene dos responsabilidades principales:
- ✓ Encapsulación de datos
- ✓ Control de acceso al medio



Fuente [2]

MAC

Las tarjetas de red tipo Ethernet tienen una pequeña memoria en la que alojan un dato único para cada tarjeta de este tipo. Se trata de la dirección MAC, y está formada por 48 bits que se suelen representar mediante dígitos hexadecimales que se agrupan en seis parejas (cada pareja se separa de otra mediante dos puntos ":" o mediante guiones "-"). Por ejemplo, una dirección MAC podría ser F0:E1:D2:C3:B4:A5.

La mitad de los bits de la dirección MAC son usados para identificar al fabricante de la tarjeta, y los otros 24 bits son utilizados para diferenciar cada una de las tarjetas producidas por ese fabricante.

LISTADO DE FABRICANTES según IEEE

02608C 3Com IBM PC; Imagen; Valid; Cisco

800010 AT&T

080069 Silicon Graphics

08002B DEC

080067 Comdesign

080046 Sony

00AA00 Intel

0080C2 IEEE 802.1 Committee

00000C Cisco

080009 Hewlett-Packard

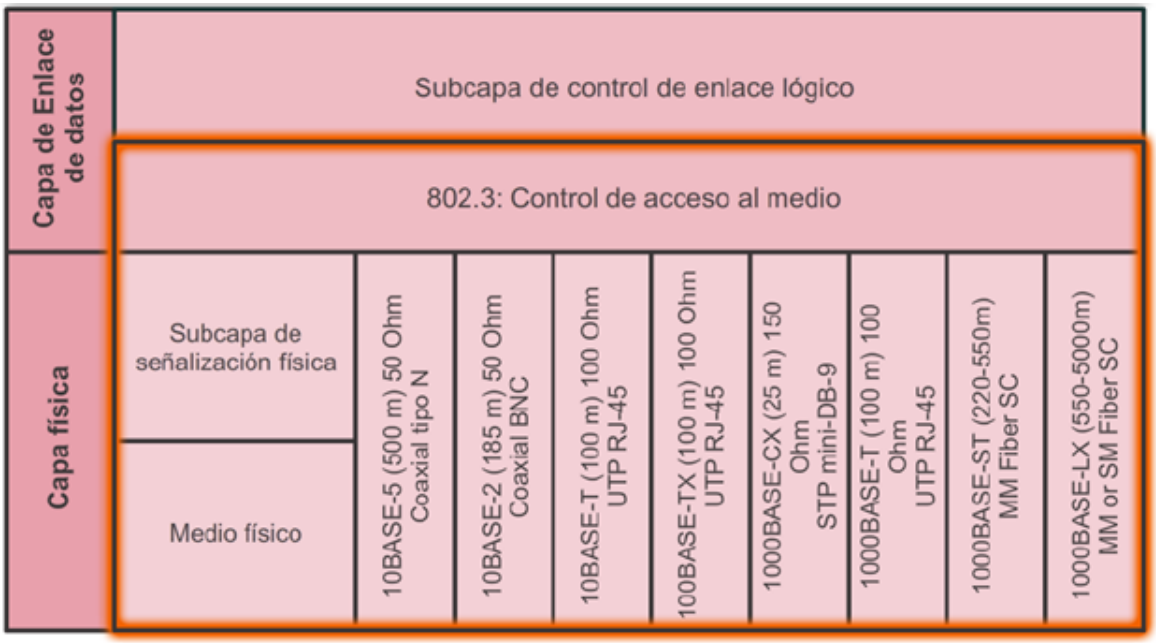
08005A IBM

080020 Sun.

0000C0 Western Digital

00A03E ATM Forum

080003 ACC (Advanced Computer Communications).



Fuente [2]

ENCAPSULACIÓN DE DATOS

- ✓ Armado de la trama antes de la transmisión y desarmado de la trama en el momento en que se la recibe.
- ✓ La capa MAC agrega un encabezado y un tráiler a la PDU de la capa de red.

PROPORCIONA TRES FUNCIONES PRINCIPALES

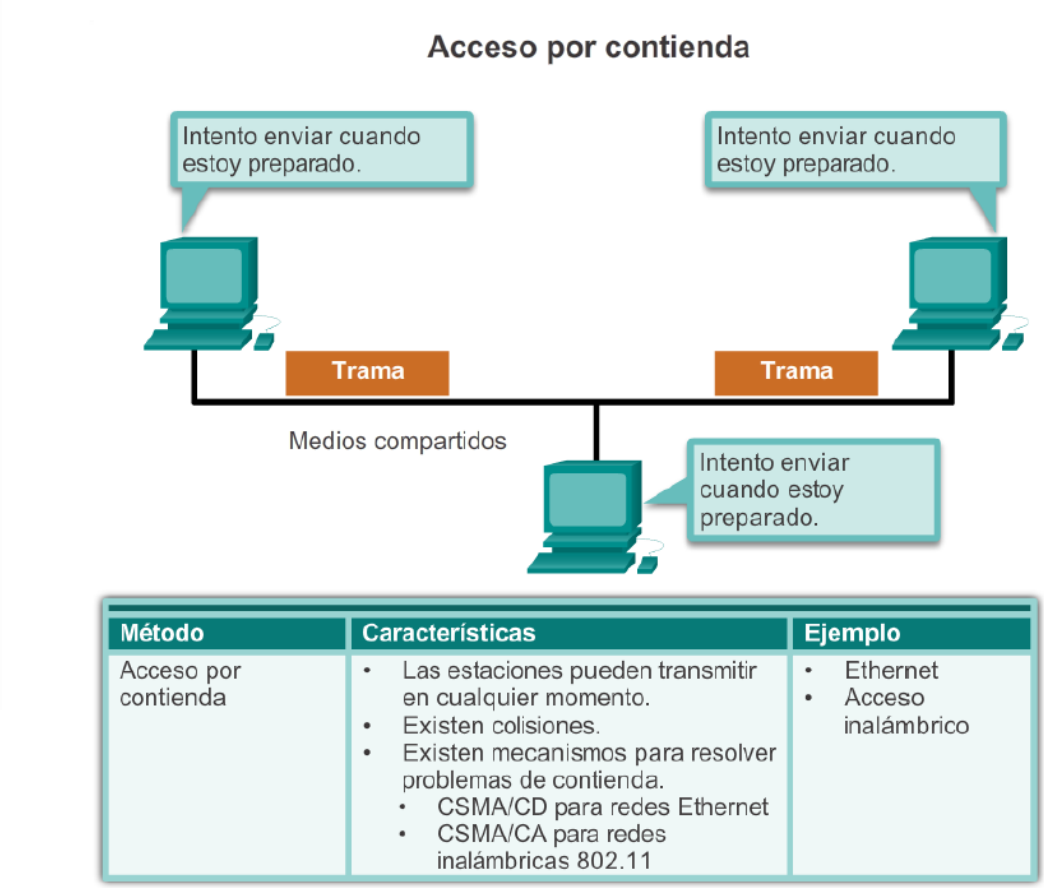
- ✓ Delimitación de tramas: identifica un grupo de bits que componen una trama; sincronización entre los nodos emisor y receptor.
- ✓ Direccionamiento: cada encabezado Ethernet que se agrega a la trama contiene la dirección física (dirección MAC) que permite que la trama se entregue a un nodo de destino.
- ✓ Detección de errores: cada trama de Ethernet contiene un tráiler con una comprobación de redundancia cíclica (CRC) del contenido de la trama.

Control de acceso al medio

- ✓ Responsable de la ubicación y la remoción de tramas en los medios.
- ✓ Se comunica directamente con la capa física.
- ✓ Si hay varios dispositivos en un único medio que intentan reenviar datos simultáneamente, los datos colisionan, lo que provoca que estos se dañen y no se puedan utilizar.
- ✓ Ethernet proporciona un método para controlar la forma en que los nodos comparten el acceso mediante el uso de una tecnología de acceso múltiple por detección de portadora (CSMA).

Proceso de acceso múltiple por detección de portadora (CSMA)

- ✓ En primera instancia, se utiliza para detectar si los medios transportan una señal.
- ✓ Si no se detecta una señal portadora, el dispositivo transmite sus datos.
- ✓ Si dos dispositivos transmiten al mismo tiempo, se produce una colisión de datos.



Método	Características	Ejemplo

Acceso por contienda	• Las estaciones pueden transmitir en cualquier momento.
	• Existen colisiones.
	• Existen mecanismos para resolver problemas de contienda.
	  • CSMA/CD para redes Ethernet
	  • CSMA/CA para redes inalámbricas 802.11
		• Ethernet
		• Acceso inalámbrico

Fuente [2]

CSMA/Detección de colisión

- ✓ El dispositivo controla los medios para detectar la presencia de una señal de datos.
- ✓ Si no hay una señal de datos, lo que indica que el medio está libre, el dispositivo transmite los datos.
- ✓ Si luego se detectan señales que muestran que otro dispositivo estaba transmitiendo al mismo tiempo, todos los dispositivos dejan de enviar y vuelven a intentarlo más tarde.
- ✓ Si bien las redes Ethernet se diseñan con tecnología CSMA/CD, con los dispositivos intermediarios actuales no se producen colisiones y los procesos utilizados por CSMA/CD son realmente innecesarios.
- ✓ Todavía se deben tener en cuenta las colisiones en conexiones inalámbricas en entornos LAN.

Método de acceso al medio CSMA/Prevención de colisiones (CSMA/CA)

- ✓ El dispositivo examina los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si los medios están libres, el dispositivo envía una
- ✓ notificación a través de los medios sobre su intención de utilizarlos.
- ✓ El dispositivo luego envía los datos.
- ✓ Utilizado por las tecnologías de red inalámbricas 802.11.

Método	Características	Ejemplo

Acceso por contienda	• Las estaciones pueden transmitir en cualquier momento.
	• Existen colisiones.
	• Existen mecanismos para resolver problemas de contienda.
	  • CSMA/CD para redes Ethernet
	  • CSMA/CA para redes inalámbricas 802.11
		• Ethernet
		• Acceso inalámbrico

Fuente [2]

PROCESAMIENTO DE TRAMAS

- ✓ Se asignan direcciones MAC a estaciones de trabajo, servidores, impresoras, switches y routers.
- ✓ Ejemplos de direcciones MAC: 00-05-9A-3C-78-00, 00:05:9A:3C:78:00 y 0005.9A3C.7800.
- ✓ Se reenvía el mensaje a una red Ethernet, se adjunta la información del encabezado al paquete que contiene la dirección MAC de origen y destino.
- ✓ Cada NIC revisa la información para ver si la dirección MAC de destino que está en la trama coincide con la dirección MAC física del dispositivo almacenada en la RAM.
- ✓ Si no hay coincidencia, el dispositivo descarta la trama.

- ✓ Si coincide con la dirección MAC de destino de la trama, la NIC pasa la trama a las capas OSI, donde tiene lugar el proceso de des encapsulación.

Dirección MAC

- ✓ Esta dirección no cambia.
- ✓ Es similar al nombre de una persona.
- ✓ Se conoce como “dirección física” porque se asigna físicamente a la NIC del host.

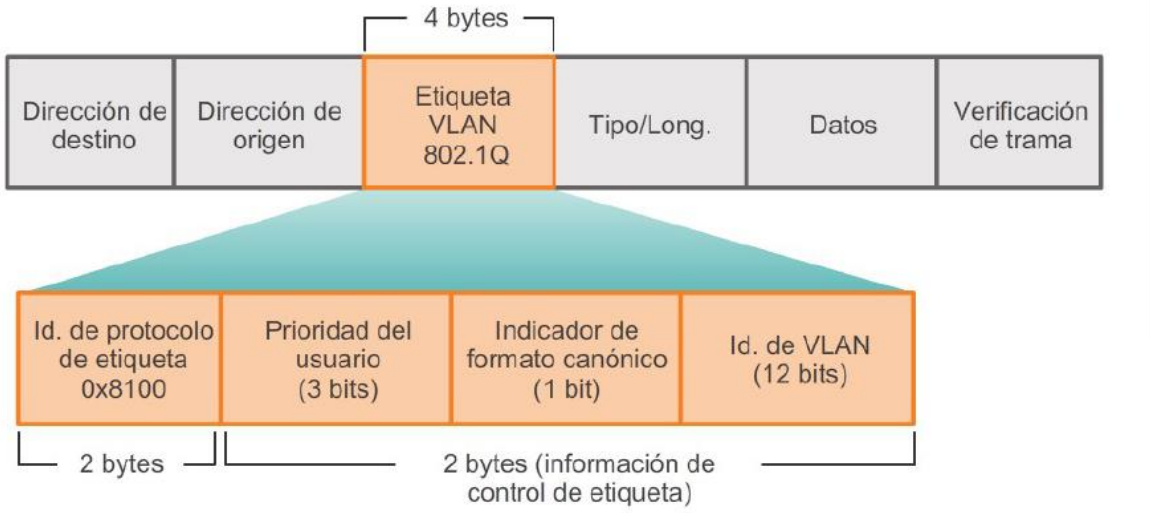
Dirección IP

- ✓ Es similar a la dirección de una persona.
- ✓ Se basa en la ubicación real del host.
- ✓ Se conoce como “dirección lógica” porque se asigna lógicamente.
- ✓ Un administrador de red la asigna a cada host.

Para que una PC pueda comunicarse, se necesitan tanto la dirección MAC física como la dirección IP lógica, de la misma manera en que se necesitan el nombre y la dirección de una persona para poder enviarle una carta.

ENCAPSULAMIENTO ETHERNET

- ✓ Los estándares Ethernet II e IEEE 802.3 definen la trama mínima en 64 bytes y la trama máxima en 1518 bytes.
- ✓ Una longitud menor que 64 bytes se considera un “fragmento de colisión” o “runt frame”.
- ✓ Si el tamaño de una trama transmitida es menor que el mínimo o mayor que el máximo, el dispositivo receptor descarta la trama.
- ✓ En la capa física, las diferentes versiones de Ethernet varían en cuanto al método para detectar y colocar datos en los medios.



Fuente [2]

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	Encabezado y datos de 802.2	Secuencia de verificación de trama

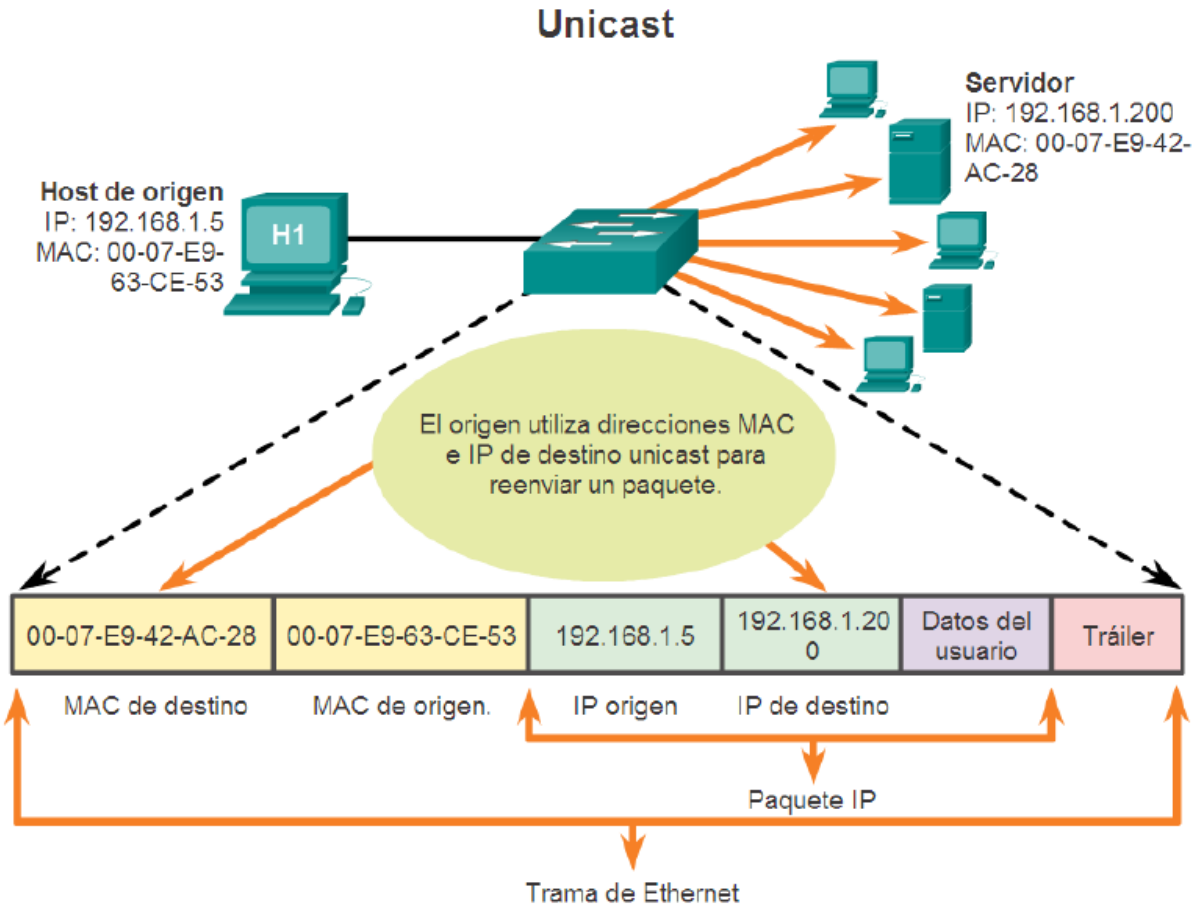
Campos Preámbulo y Delimitador de inicio de trama
Se utiliza para la sincronización entre los dispositivos emisor y receptor.

Campo Longitud/tipo
Define la longitud exacta del campo de datos de la trama y describe qué protocolo se implementa.

Campos Datos y Pad
Contienen los datos encapsulados de una capa superior, un paquete IPV4.

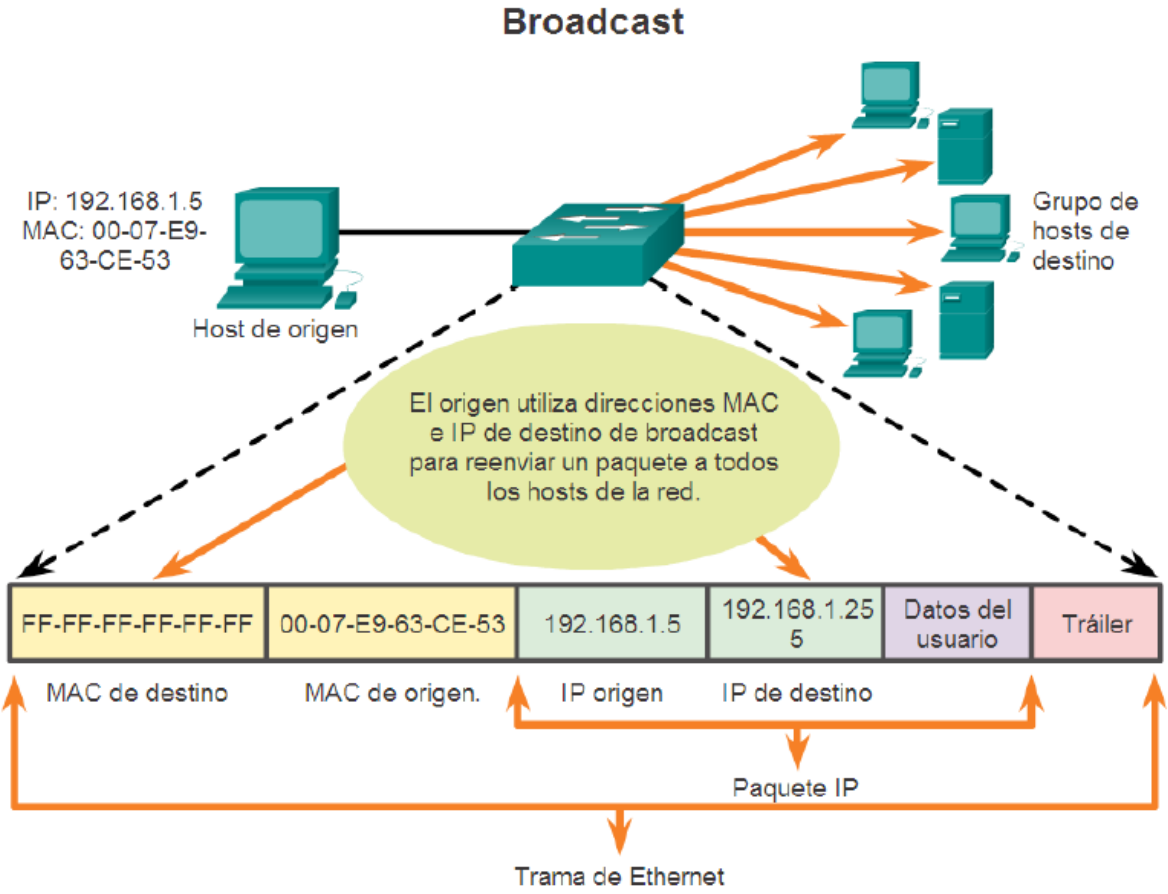
Campo Secuencia de verificación de trama
Se utiliza para detectar errores en una trama con comprobación de redundancia cíclica (4 bytes); si los cálculos coinciden en el origen y el receptor, no se produjo ningún error.

UNICAST



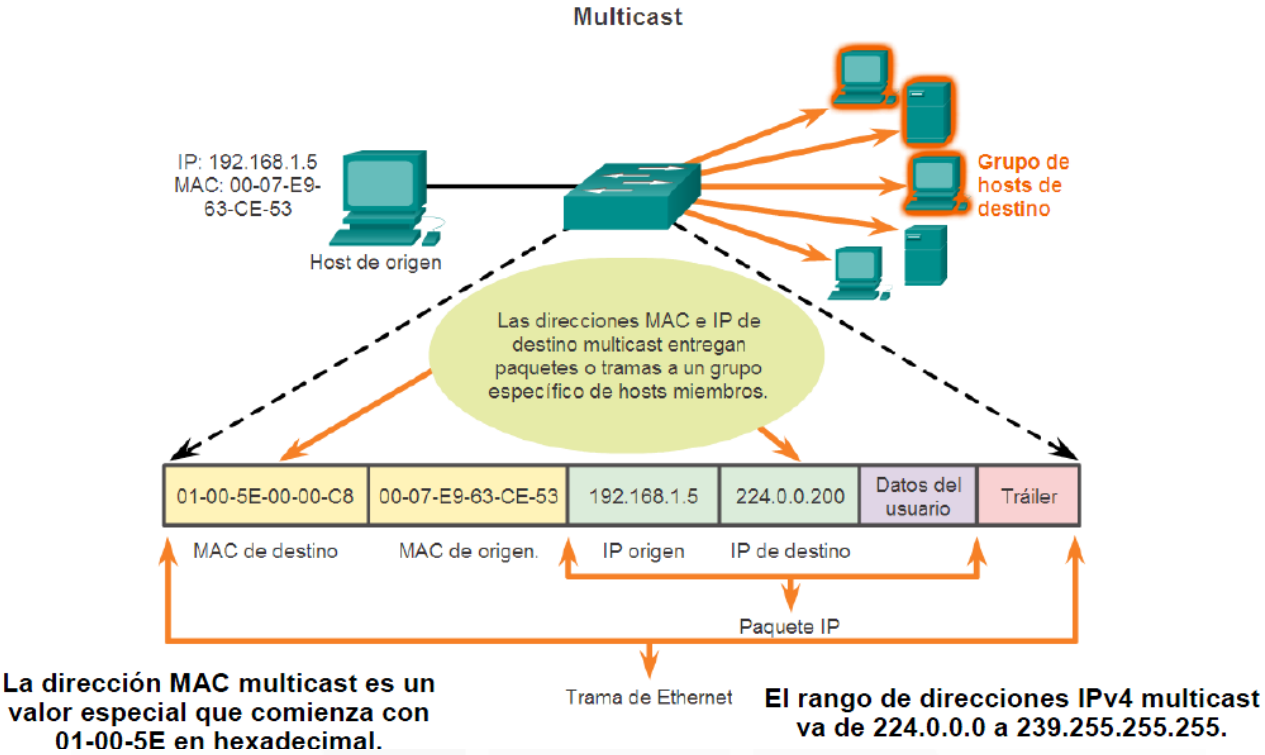
Fuente [2]

BROADCAST



Fuente [2]

MULTICAST

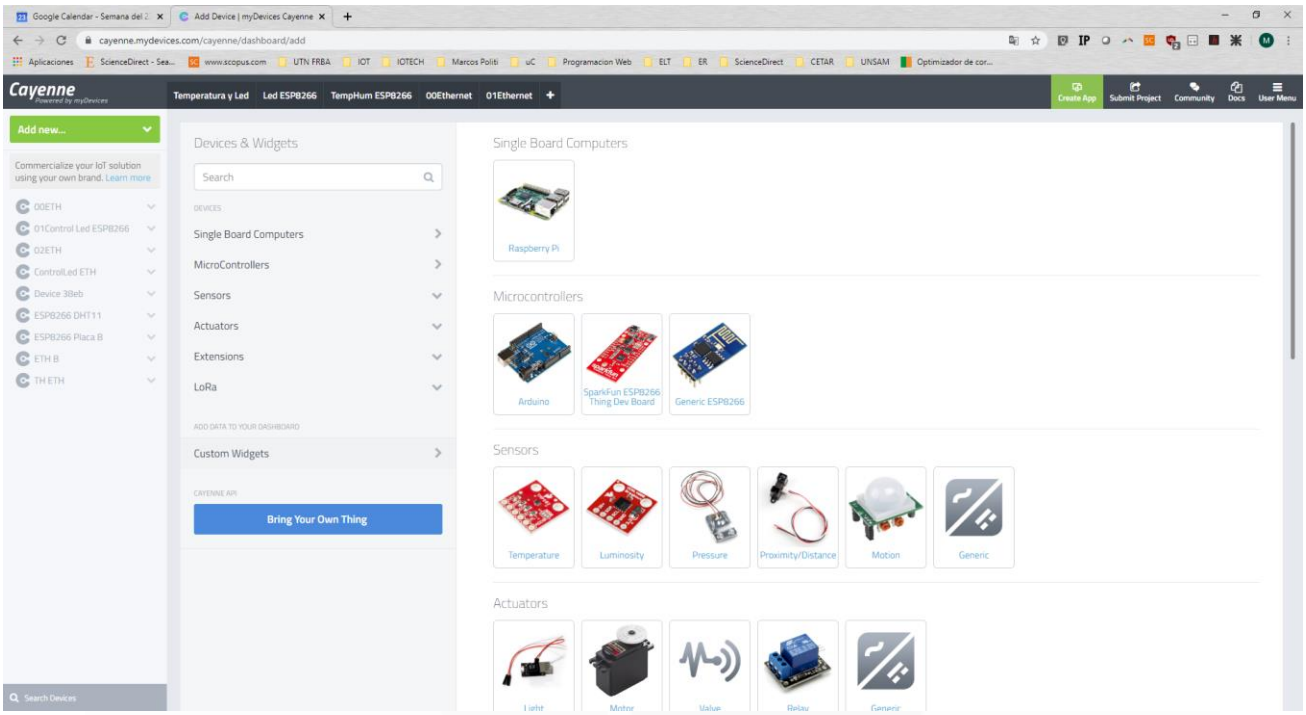


Fuente [2]

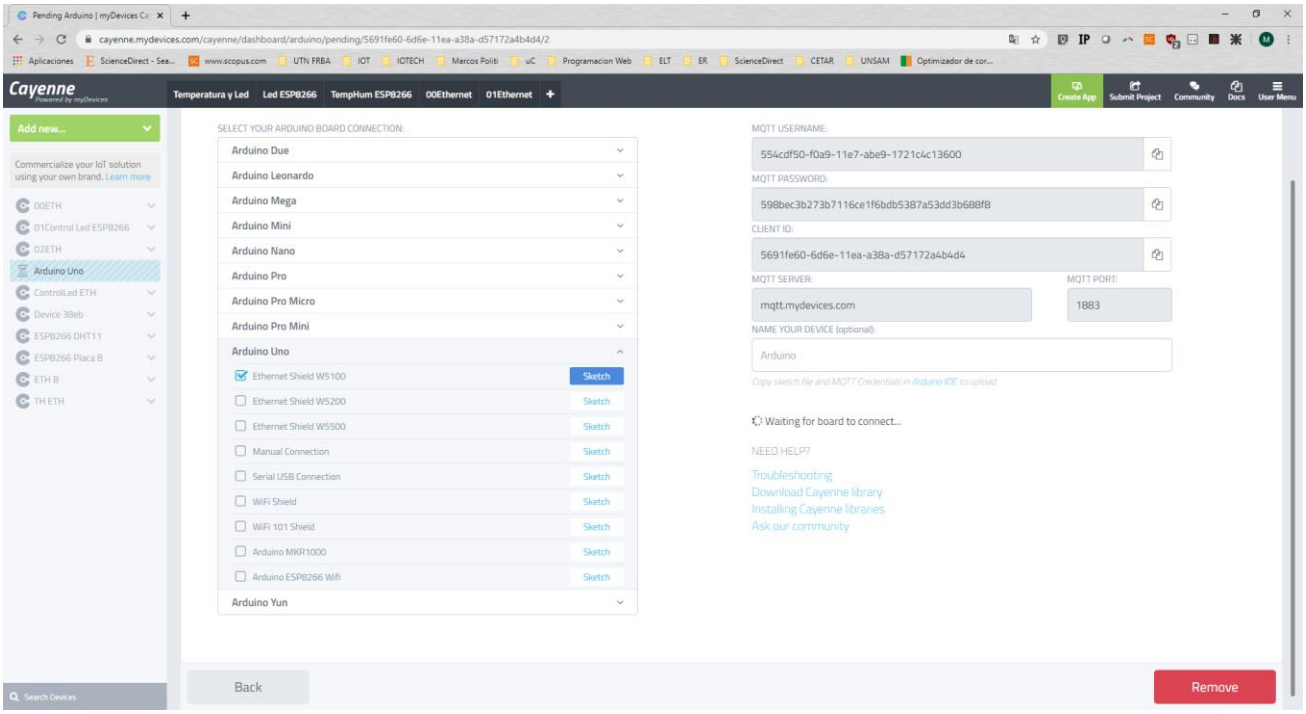
IMPLEMENTACION ETHERNET CON uC ATMEGA328+ SHIELD ETH CAYENNE

Para realizar esta implementación vamos a usar el Arduino Uno+Shield Eth y el servicio Cayenne

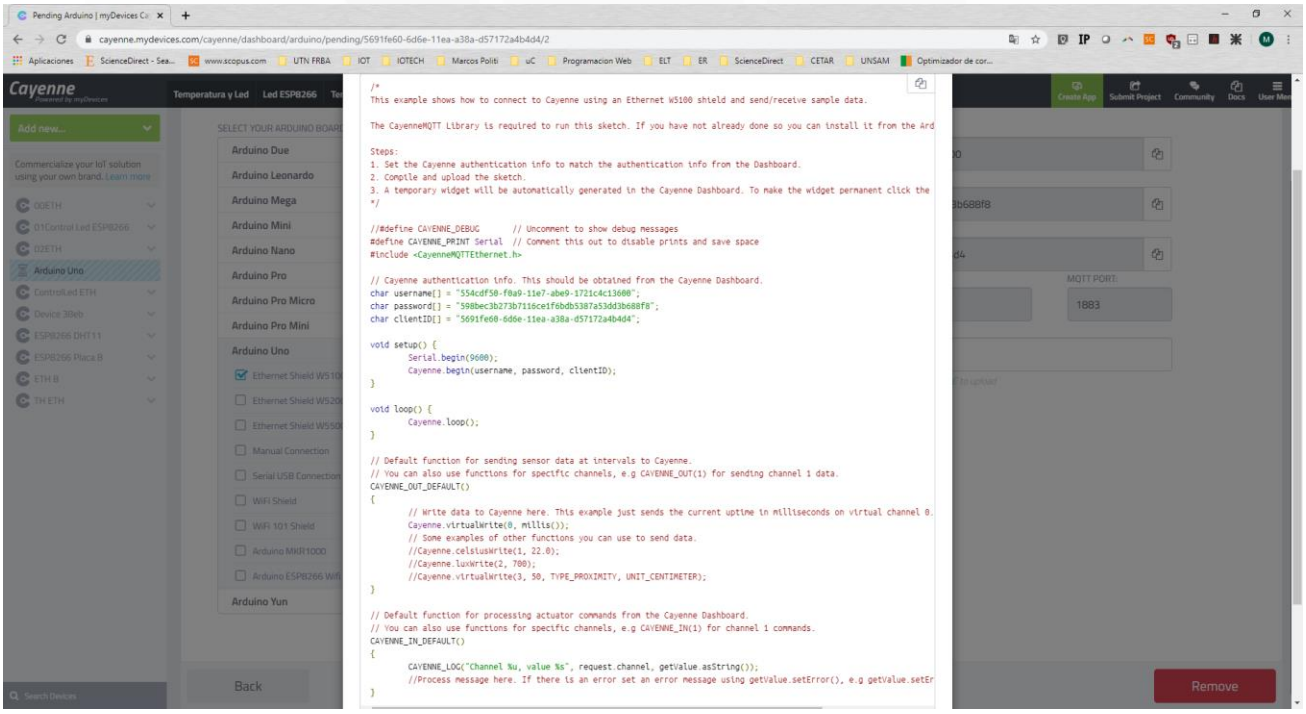
Para tal fin ingresamos a la plataforma y elegimos ARDUINO



Seleccionamos luego la opción marcada en el caso que deseemos implementar el código directamente desde cayenne.

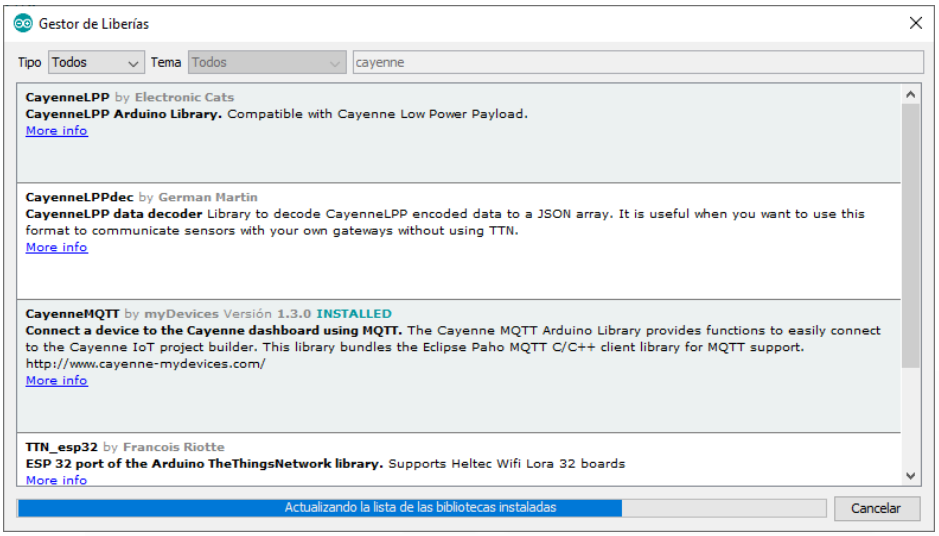


En ese caso la plataforma nos brindará el siguiente código para ingresarlo dentro de un skecth nuevo en el IDE de Arduino

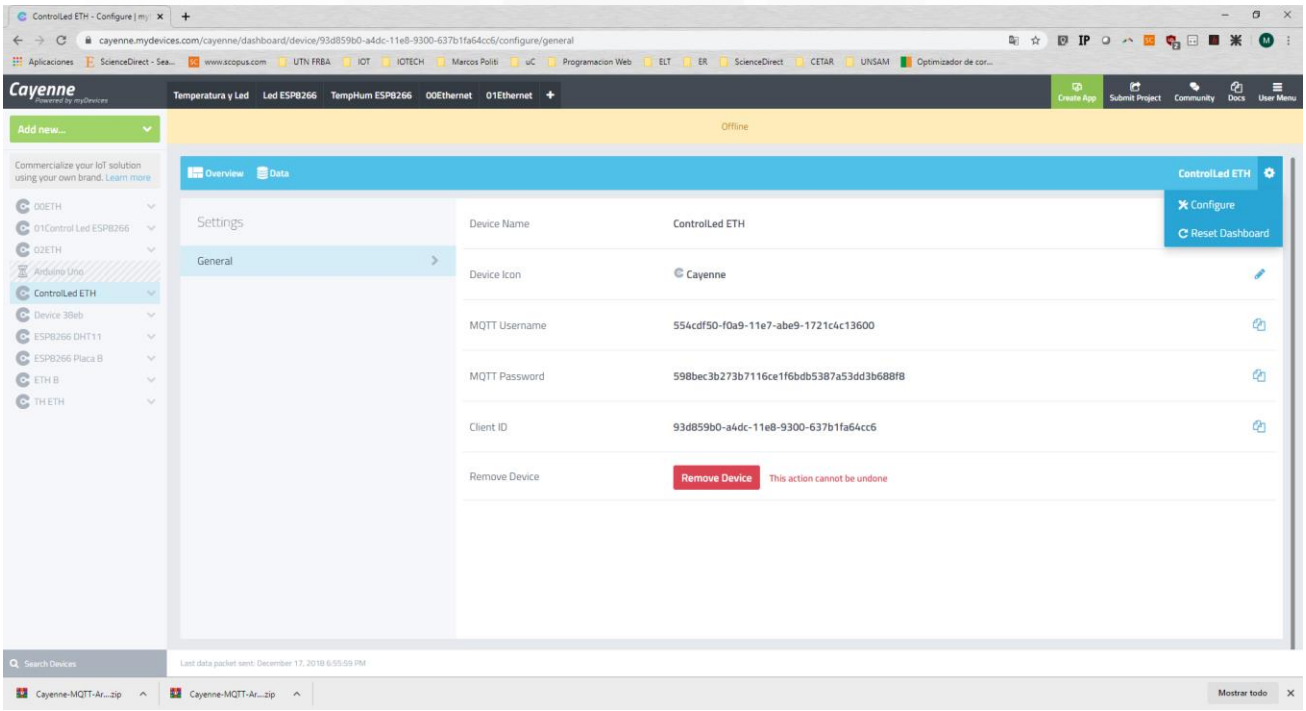


En IDE de Arduino debemos ir a Programas>Incluir librerias>Administrar bibliotecas

Ahí buscamos cayenne tal como se indica.



Copiamos y pegamos los Ids

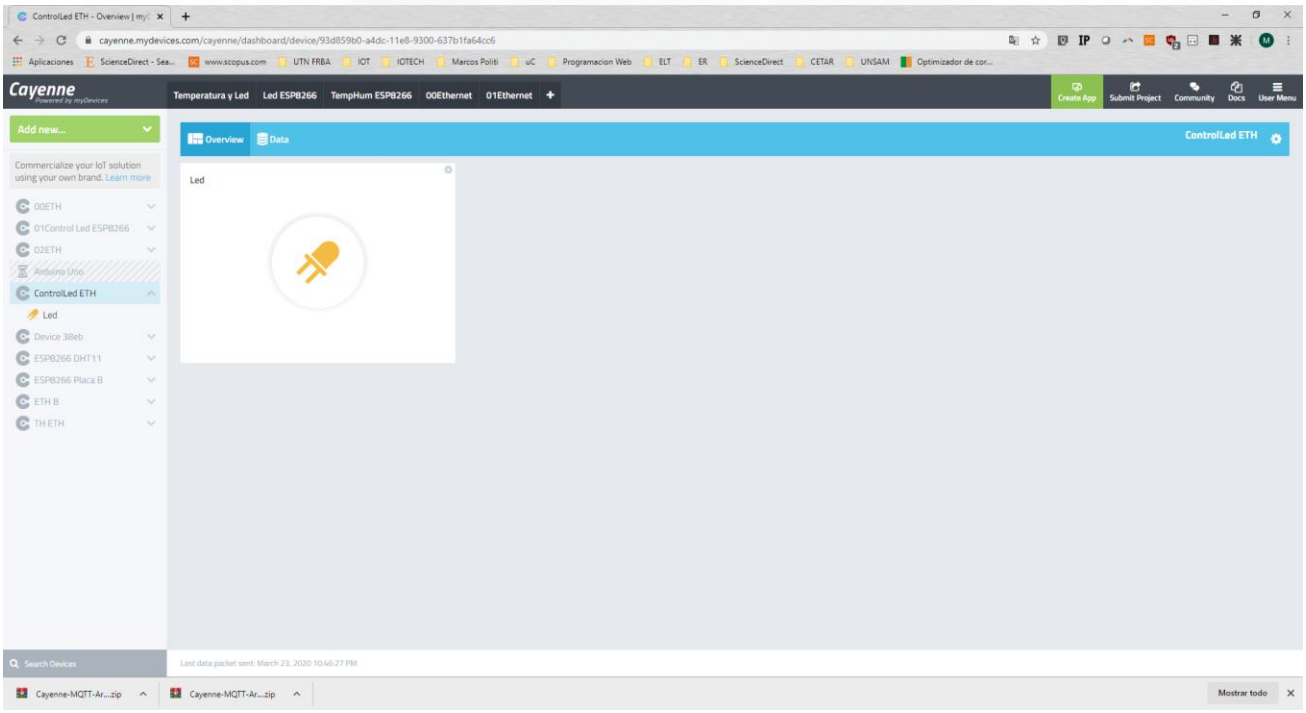


Cargando este programa

```
#define CAYENNE_PRINT Serial  // Comment this out to disable prints and save
space
#include <CayenneMQTTEthernet.h>
#define led 13


// Cayenne authentication info. This should be obtained from the Cayenne
Dashboard.
```

```
char username[] = "554cdf50-f0a9-11e7-abe9-1721c4c13600";
char password[] = "598bec3b273b7116ce1f6bdb5387a53dd3b688f8";
char clientID[] = "93d859b0-a4dc-11e8-9300-637b1fa64cc6";


void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led,OUTPUT);
  digitalWrite(led,LOW);
  Cayenne.begin(username, password, clientID);
}

void loop() {
  Cayenne.loop();

}

CAYENNE_IN(0)
{
  int entrada=getValue.asInt();
  Serial.println(entrada);
  digitalWrite(led,entrada);

}
```

Y procediendo a prender y apagar



Se observa el “ping” del dispositivo con la plataforma.


COM15
Enviar
[0] MAC: FE-39-E0-17-D7-CC
[1195] IP: 192.168.1.103
[1196] Connecting to mqtt.mydevices.com:1883
[1713] Connected
0
1
Autoscroll
Mostrar marca temporal
Nueva línea
9600 baudio
Limpiar salida

IMPLEMENTACION ETHERNET CON uC ATMEGA328+ SHIELD ETH UBIDOTS STEM

Para realizar esta implementación vamos a usar el Arduino Uno+Shield Eth y el servicio Ubidots Stem

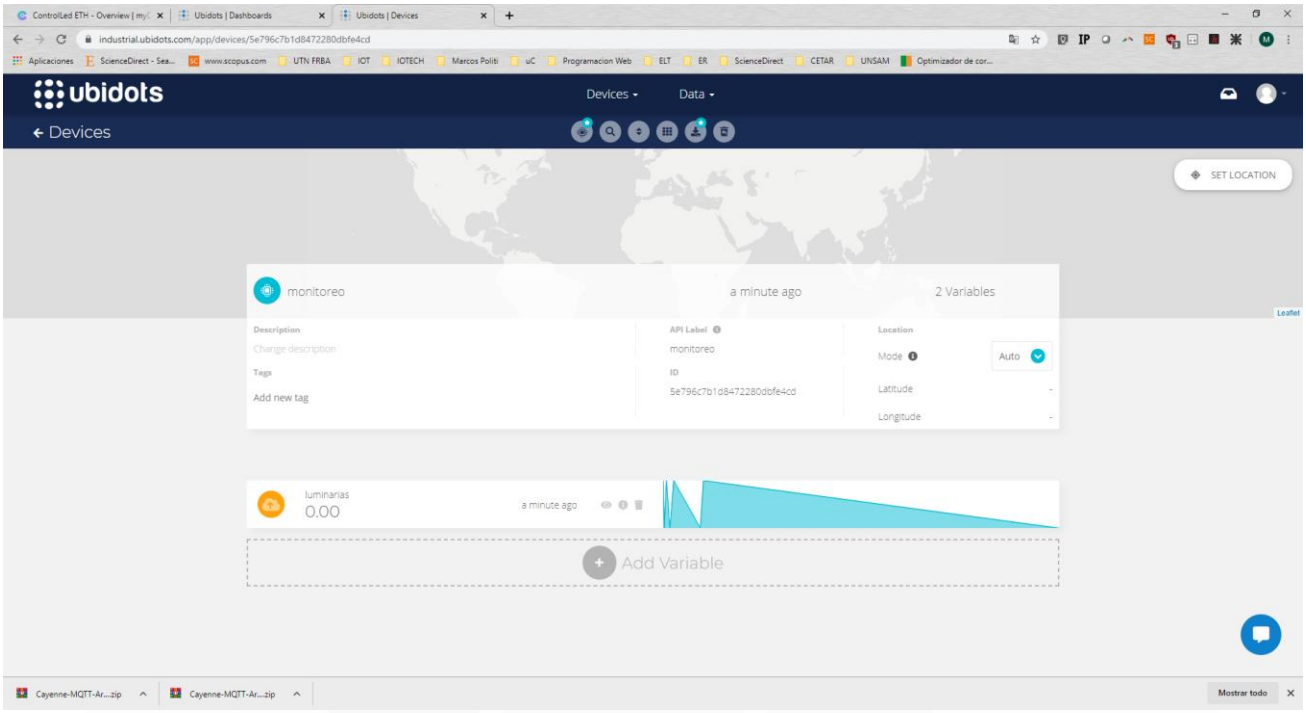
Implementamos el código

```
/*
 * Lee por serial, y enviar el dato por puntero, debo tener cuidado con el
TAMANIOBUFFER que es el maximo que puedo recibir por Serial
 * */
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <stdio.h>

#define pinDigital 8

#define TOKEN "BBFF-ulGcKpzEdA3HBOboNLg7KDEdj3xFoT"
#define DEVICE_LABEL "monitoreo"
#define VARIABLE_LABEL "temperatura"
#define MQTT_CLIENT_NAME "B" // MQTT client Name, put a random ASCII


char mqttBroker[] = "industrial.api.ubidots.com";
char payload[100];
char topicPublish[100];
char topicToSubscribe[100];

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
//IPAddress ip(10,12,1,97);

EthernetClient clientUbi;
PubSubClient client(clientUbi);
char str_temp[6];


void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(pinDigital,OUTPUT);
  digitalWrite(pinDigital,LOW);

  // start the Ethernet connection:
  while (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    // try to congifure using IP address instead of DHCP:
    //Ethernet.begin(mac,ip);
    delay(1000);
  }
  Serial.println(Ethernet.localIP());

  // give the Ethernet shield a second to initialize:
  delay(1000);
```

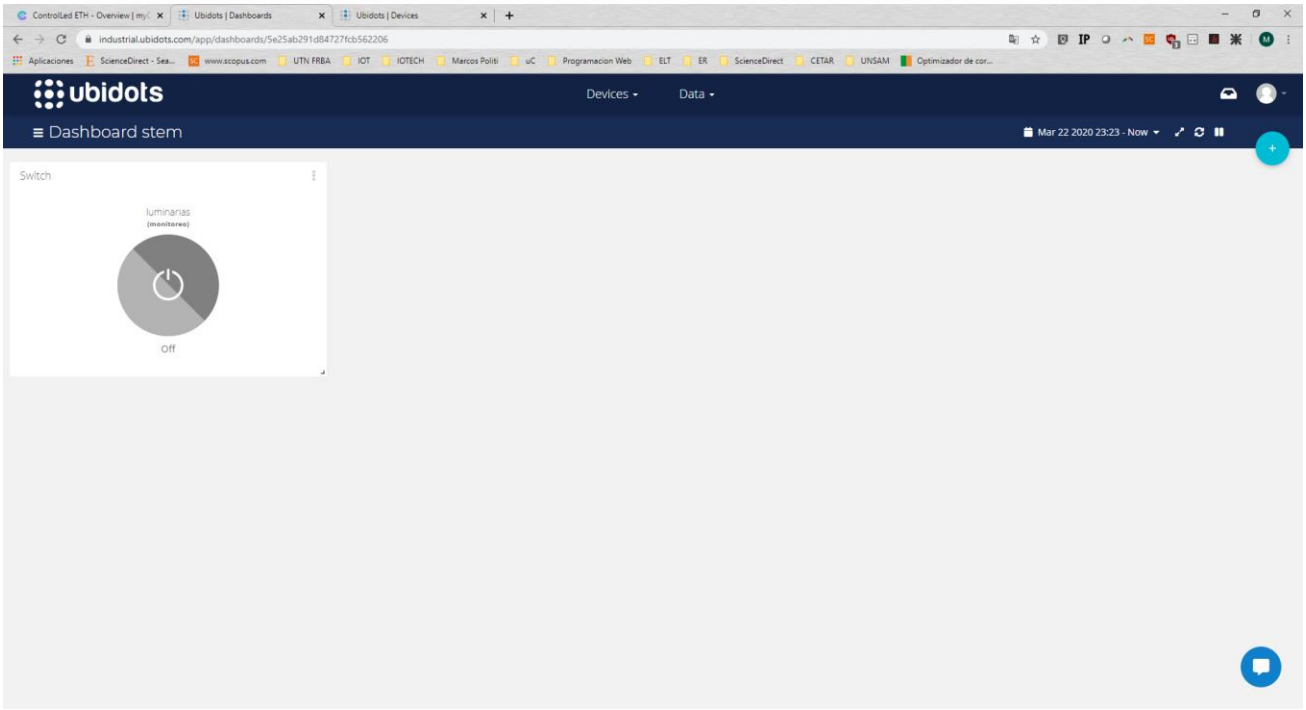
```
  Serial.println("connected");
  client.setServer(mqttBroker, 1883);
  client.setCallback(callback);

  sprintf(topicToSubscribe, "%s", ""); // Cleans the content of the char
  sprintf(topicToSubscribe, "%s%s%s/lv", "/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL,
"/luminarias");
  Serial.println("subscribing to:");
  Serial.println(topicToSubscribe);
  client.subscribe(topicToSubscribe);

}

#define SI 1
#define NO 0
#define TAMANIOBUFFER 2

void loop() {

 uint8_t entrada[4];
 uint8_t *ptr_entrada;
 int publicar,leeSerial;


  int i;

   if (!client.connected()) {
    reconnect();
    client.subscribe(topicToSubscribe);
    }

    if (Serial.available())
    {
      for(i=0;i<TAMANIOBUFFER;i++)
      {
        entrada[i]=(uint8_t)Serial.read();
      }
     ptr_entrada=&entrada[0];
     publicar =SI;
     leeSerial=NO;
    }

    if(publicar==SI)
    {
    sprintf(topicPublish, "%s", "");
    sprintf(topicPublish, "%s%s%s%s","/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL,
"/",VARIABLE_LABEL);
    //Serial.println(topicPublish);

    client.publish(topicPublish, ptr_entrada);

    client.loop();
    delay(1000);
    leeSerial=SI;
    publicar=NO;
```

```
    }

}

/*************************************
 * Auxiliar Functions
 *************************************/

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length)
{
  char PAYLOAD[5] = "    ";

  Serial.print("Mensaje Recibido: [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    PAYLOAD[i] = (char)payload[i];
  }
  Serial.println(PAYLOAD);


    if (payload[0] == '1'){
     digitalWrite(pinDigital, HIGH);
    }
    if (payload[0] == '0'){
      digitalWrite(pinDigital, LOW);
    }

}

void reconnect() {
  // Loop until we're reconnected
  while (!client.connected()) {
    Serial.println("Attempting MQTT connection...");

    // Attempt to connect
    if (client.connect(MQTT_CLIENT_NAME, TOKEN,"")) {
      Serial.println("connected");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 2 seconds");
      // Wait 2 seconds before retrying
      delay(2000);
    }
  }
}
```

Creamos el device, MONITOREO y una variable LUMINARIAS

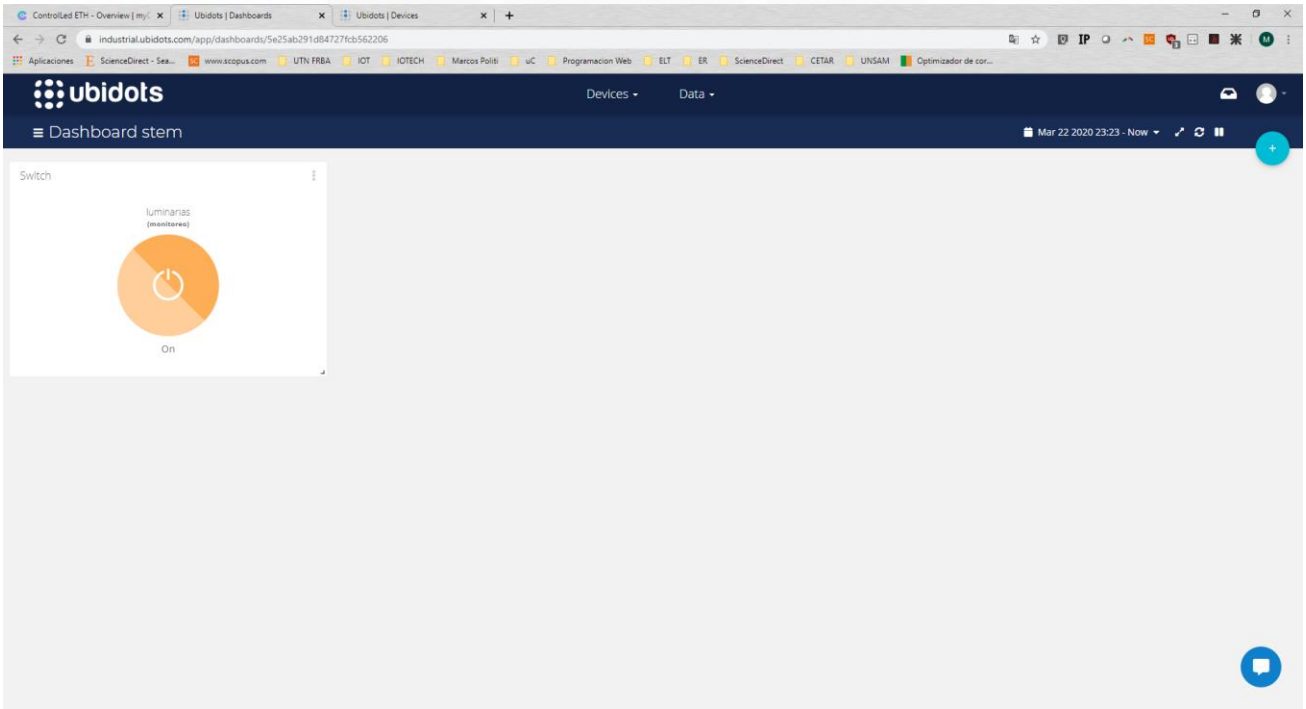


Creamos el Dashboard



Al conectarnos:

Luego interactuando con el dashboard




COM17
Enviar
192.168.1.101
connected
subscribing to:
/v1.6/devices/monitoreo/luminarias/lv
Attempting MQTT connection...
connected
Mensaje Recibido: [/v1.6/devices/monitoreo/luminarias/lv] 0
Autoscroll
Mostrar marca temporal
Nueva línea
115200 baudio
Limpiar salida

IMPLEMENTACION ETHERNET CON uC ATMEGA328+ SHIELD ETH CLOUDMQTT

Para realizar esta implementación vamos a usar el Arduino Uno+Shield Eth y el servicio cloudmqtt

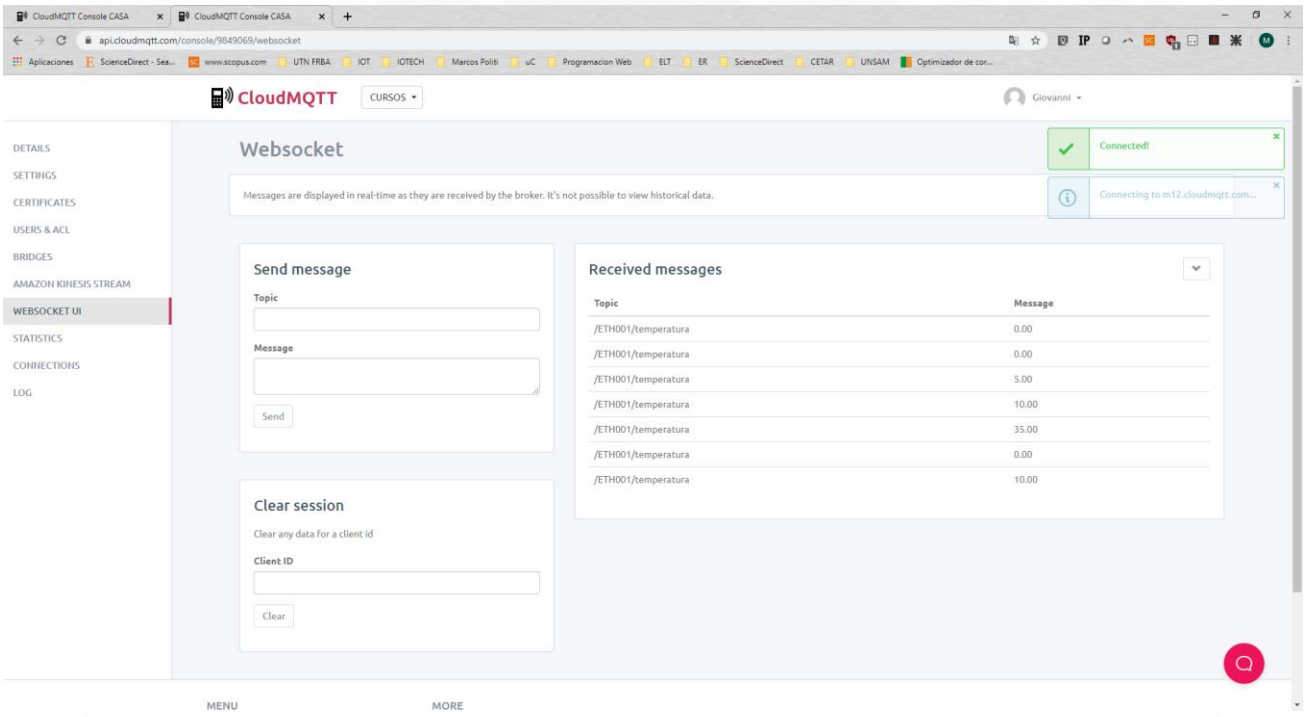
Implementamos el siguiente código

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <PubSubClient.h>


#define pinDigital 8

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

EthernetClient ethClient;
PubSubClient client(ethClient);

char mqttBroker[] = "api.cloudmqtt.com";
char payload[200];
char topicPublish[150];
char topicToSubscribe[200];
char str_temp[6];


void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length)
{
  char PAYLOAD[5] = "    ";

  Serial.print("Mensaje Recibido: [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    PAYLOAD[i] = (char)payload[i];
  }
  Serial.println(PAYLOAD);

    if (payload[0] == '1'){
     digitalWrite(pinDigital, HIGH);
    }
    if (payload[0] == '0'){
      digitalWrite(pinDigital, LOW);
    }

}

void reconnect() {
  // Loop until we're reconnected
  while (!client.connected()) {
    Serial.println("Attempting MQTT connection...");

    // Attempt to connect
```

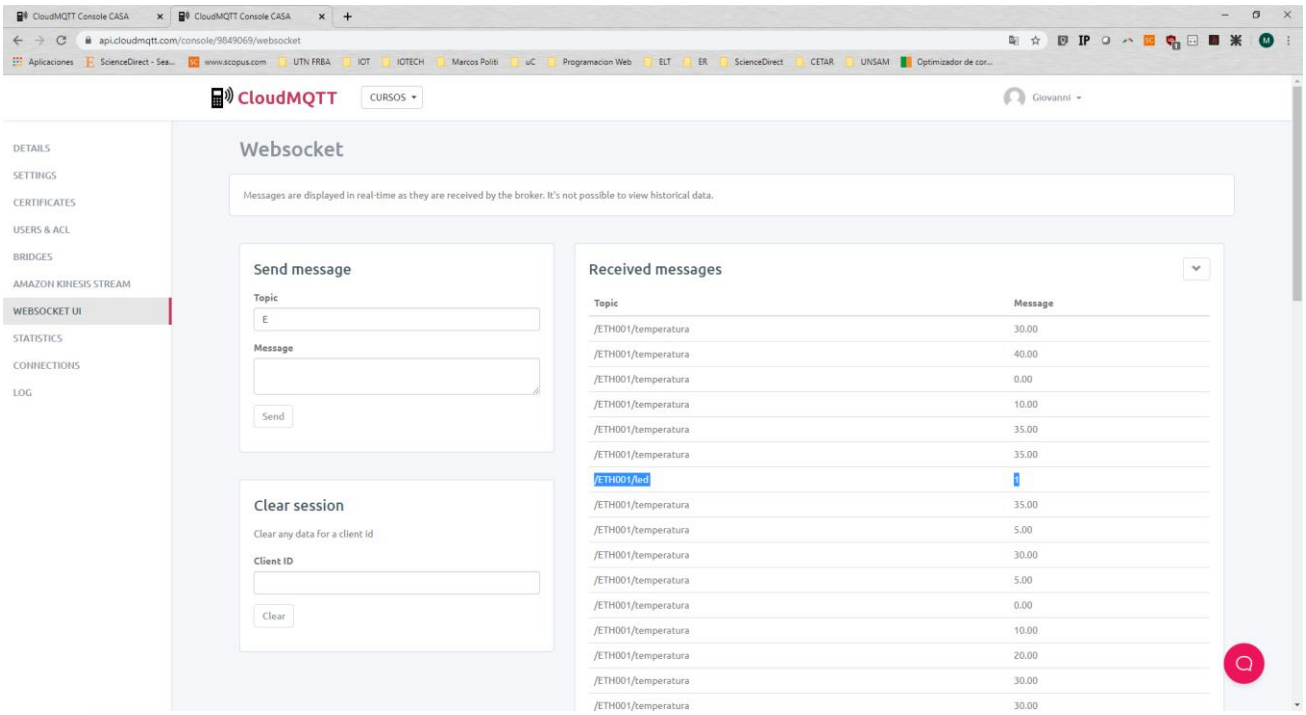
```
    if (client.connect ("A", "ETH001", "12345")) {
      Serial.println("connected");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 2 seconds");
      // Wait 2 seconds before retrying
      delay(2000);
    }
  }
}



void setup() {

  Serial.begin(115200);
  pinMode(pinDigital,OUTPUT);
  digitalWrite(pinDigital,LOW);

  while (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    // try to congifure using IP address instead of DHCP:
    delay(5000);
  }

    client.setServer("m12.cloudmqtt.com",11321);    // client is now ready for
use
    int estado=client.connect ("A", "ETH001", "12345");
    Serial.println(estado);

    client.setCallback(callback);

    sprintf(topicToSubscribe, "%s", ""); // Cleans the content of the char
    sprintf(topicToSubscribe, "%s","/ETH001/led");
    Serial.println("subscribing to:");
    Serial.println(topicToSubscribe);
    client.subscribe(topicToSubscribe);

}

void loop() {

    if (!client.connected()) {
      reconnect();
      client.subscribe(topicToSubscribe);

    }

    // Values to send
    float temperatura = 5*random(0, 9);

    // 4 is mininum width, 2 is precision; float value is copied onto str_temp
    dtostrf(temperatura, 4, 2, str_temp);
```

```
    sprintf(topicPublish, "%s", ""); // Cleans the topicPublish content
    sprintf(topicPublish, "%s","/ETH001/temperatura");
    Serial.println(topicPublish);


    sprintf(payload, "%s", ""); // Borro payload
    sprintf(payload, "%s%s", payload, str_temp);

    Serial.println(payload);
    client.publish(topicPublish, payload);
    Serial.println(" ");
    client.loop();
    delay(1000);
}
```

Se observa el ping de temperatura



Y el ping de LED



Mg. Ing. Marcos Politi

REFERENCIAS

[1] Documentos Maestría en Internet de las Cosas Universidad de Salamanca.

[2] CISCO, Introducción a Redes Ing. Aníbal Coto Cortes