



Gases de efecto invernadero

Clase 9

OBJETIVO.- El estudiante comprenderá la función de los gases de efecto invernadero (CO_2 , CO , NO_x , CH_4) en la atmósfera, la función de la capa de ozono y el efecto de los GEI en el calentamiento global.

Gas	% en volumen del aire	% en masa del aire
Nitrógeno	78.084	75.52
Oxígeno	20.946	23.14
Árgon	0.934	1.3
Dióxido de carbono	0.033	0.053
Vapor de agua	0 - 7	0 - 4.35
Neón	18.2×10^{-4}	12.7×10^{-4}
Helio	5.2×10^{-4}	0.7×10^{-4}
Criptón	1.1×10^{-4}	3.2×10^{-4}
Hidrógeno	5×10^{-5}	0.3×10^{-5}
Oxido Nitroso	3×10^{-5}	4.6×10^{-5}

*Depende de la humedad específica (cantidad de masa de agua por unidad de aire seco).

Competencia que se favorece:

Reflexiona las causas y consecuencias de la emisión en exceso de los GEI como causa del calentamiento global.

Aprendizaje esperado:

Relaciona la presencia y emisión de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el calentamiento global.

Contenidos temáticos:

Composición de la atmósfera, funciones de la capa de ozono, clorofluorocarbonos, efecto invernadero de la Tierra, gases de efecto invernadero (bióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso, metano), causas y consecuencias de la emisión de GEI, ciclo del carbono, combustión, productos de la combustión, países con mayor emisión de CO_2 por quema de combustibles fósiles, concentración de CO_2 a lo largo de la historia, ciclos de calor y frío.

Ozono

Es una molécula formada por tres átomos de oxígeno. Es un poderoso oxidante que reacciona rápidamente con otros compuestos químicos. El ozono es un componente natural de la atmósfera que se encuentra en bajas concentraciones y es vital para la vida. La mayor parte del ozono se encuentra en la parte superior de la atmósfera en una región de la estratosfera, a más de 20 km de la superficie, llamada ozonósfera en donde se concentra más del 90% del ozono atmosférico y forma una capa que limita el ingreso de radiación ultravioleta proveniente del Sol. Al nivel de la superficie, el ozono en altas concentraciones es un contaminante del aire que provoca efectos nocivos en la salud humana, las plantas y los animales.



Clorofluorocarbonos (CFC's)

Son hidrocarburos en los cuales los átomos de hidrógeno han sido sustituidos, totalmente o parcialmente por átomos de Cloro y de Flúor. Cada CFC posee un número característico de átomos de cloro y flúor. Los CFC's ascienden hasta la estratosfera donde la radiación ultravioleta los descompone, separando el cloro que es el causante a su vez de separar el ozono O₃ en oxígeno diatómico O₂.

Cuando el átomo de cloro ya reaccionó formando óxido de cloro (ClO), se vuelve a separar para volver a reaccionar con varias otras moléculas O₃ y separándolas de nuevo volviendo a dejar un átomo de cloro suelto, y el ciclo se repite. Los átomos de cloro pueden llevar a cabo estas reacciones durante décadas y en ocasiones durante siglos. Por esa razón, una cantidad de CFC's, aunque se parezca modesta, resulta nociva.

En la actualidad, la fabricación y empleo de CFC's está prohibido. Se han aplicado como líquidos refrigerantes, agentes extintores, propelentes para aerosoles y construcción de plásticos, debido a su alta estabilidad físico-química. También se encuentran presentes, aunque en proporciones muy pequeñas, en aislamientos térmicos y en productos comerciales como el freón, pinturas y barnices.

Capacidad calorífica específica

Es una magnitud física que define la cantidad de calor que se debe suministrar a una masa de una sustancia para elevar su temperatura un grado. Se refiere a la capacidad de un cuerpo para almacenar calor.

Los gases con mayor capacidad calorífica son: el metano, el vapor de agua y el bióxido de carbono, de ellos, el CO₂ registra un exceso en emisiones por quema de combustibles fósiles, por lo que su capacidad calorífica se determina de acuerdo a su elevada presencia en la atmósfera (*Ver tabla*).

Gas	Cp KJ/Kg K
CO ₂	1.2544
CO	1.1992
H ₂ O (vapor)	2.3441
SO ₂	0.6
N ₂	1.1823
CH ₄	2.6

Gases de efecto invernadero

Son gases presentes en la atmósfera que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo (radiación térmica).

Sin los gases de efecto invernadero la temperatura promedio de la superficie terrestre sería alrededor de -18°C , en lugar de la media actual de 15°C .

Las actividades humanas desde el inicio de la Revolución Industrial han producido un incremento del 40% en la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera. Las emisiones de CO_2 producidas por actividades humanas provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles, principalmente carbón, petróleo y gas natural, además de la deforestación, la erosión del suelo y la ganadería.

Se caracterizan principalmente por retener gran parte de la radiación electromagnética infrarroja emitida por el Sol, la cuál es la que se almacena como calor.



Principales gases de efecto invernadero

Vapor de agua (H_2O)

La molécula de agua es una de las sustancias con un C_p (capacidad calorífica) más alto en la naturaleza, lo que se traduce en una de las sustancias con mayor capacidad para absorber y retener energía térmica. Por lo tanto, la presencia de vapor de agua en la atmósfera es determinante para el aumento la temperatura del aire. A mayor temperatura de la atmósfera más evaporación, más nubes y más precipitaciones.



Dióxido de carbono (CO_2)

El dióxido de carbono está conformado por un átomo de carbón y dos de oxígeno, se encuentra disponible en la Tierra de forma natural, presente en la respiración de algunos seres vivos (aeróbicos), en los incendios forestales naturales, en la descomposición de material orgánico y en mayor medida en el océano. Sin embargo, la quema excesiva de combustibles fósiles en la mayoría de las actividades humanas (agrícolas, generación de energía, industria, comercio y servicios) ha generado una mayor concentración de CO_2 en la atmósfera, ocasionando problemas de salud y un aumento considerable en temperatura.





Metano (CH₄)

La molécula del metano está conformada por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno, se encuentra en la Tierra de manera natural como “gas natural” cuya composición es 97% metano, se encuentra también como resultado de procesos orgánicos particularmente la descomposición de seres vegetales y animales (árboles, plantas, frutas, animales etc.) y como disposición de residuos sólidos y explotación de bovinos, porcinos, aves, uso de suelo, entre otros.



Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono se compone de una molécula de carbón y una de oxígeno, su formación se debe a la combustión incompleta de combustibles fósiles, aparte de su capacidad como gas invernadero es un compuesto que es nocivo para la salud de cualquier ser vivo y debido a su composición química puede actuar como combustible también, por lo tanto si se tiene como producto de combustión y se presenta una alta temperatura, puede producir explosiones.



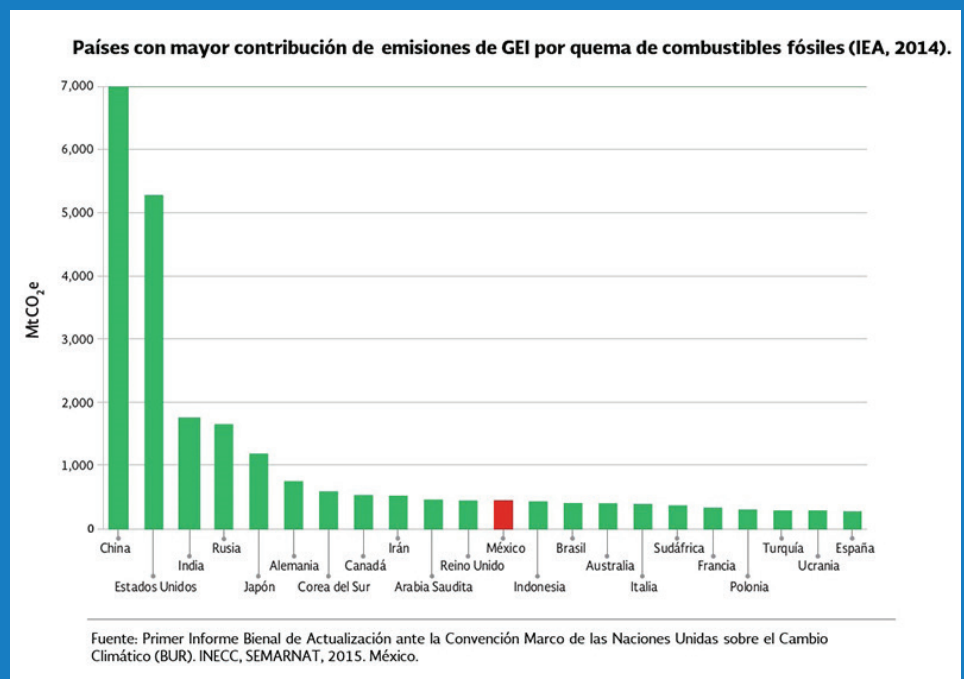
Óxidos de nitrógeno (NO_x)

En los ejercicios de estequiometría y combustión (teóricos) por practicidad se dice que el nitrógeno (presente en el aire en un 78%) no reacciona con ninguna sustancia, sin embargo si lo hace y se ha demostrado que producto de la combustión reacciona con el oxígeno, donde se forman sustancias conocidas como óxidos de nitrógeno que son gases de efecto invernadero que al mezclarse con agua forman el ácido nítrico, altamente corrosivo con un pH de 1.

Países con mayor contribución de CO₂

En el contexto internacional, el exceso en emisión de CO₂ y demás gases de efecto invernadero, provocan un aumento de la temperatura a diferentes escalas incluida la global. Ante la preocupación del rápido aumento de temperatura en el mundo, surgen acuerdos internacionales que buscan reducir las emisiones de CO₂, el Acuerdo de París, propone no aumentar la temperatura del planeta más de 2°C, además de equilibrar el nivel de GASES de Efecto Invernadero con la naturaleza que los capta como los árboles, el suelo y los océanos.

De acuerdo con la SEMARNAT, los países con mayores emisiones de CO₂ son: Estados Unidos, China e India; Sin embargo, Estados Unidos, una de las naciones más importantes para el acuerdo debido que es uno de los países que más contribuye a la emisión de dióxido de carbono en el mundo, ha decidió abandonar el tratado.



Opciones para enfrentar el cambio climático

La adaptación y mitigación son respuestas al cambio climático aplicables a diferentes escalas geográficas (países, estados, municipios), en todas las actividades económicas: transporte, generación de electricidad, casas habitación, industria, agricultura, manejo de residuos.

- **Adaptación:** Estar preparado para enfrentar los efectos y daños del cambio climático.
 - Medidas de adaptación
 1. *Medidas de prevención y precaución*
 2. *Desarrollo de investigación e información*
 3. *Ubicaciones más seguras de instalaciones y obras de infraestructura.*
 4. *La restauración de la cubierta arbórea, los humedales y los pastizales.*
 5. *Establecimiento de planes de evacuación y sistemas de respuesta médica en caso de alguna catástrofe natural.*

- **Mitigación:** Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera
 - Medidas de mitigación
 1. *Programas basados en el mercado, como impuestos sobre el carbono o la energía, fijación de los precios basada en la totalidad de los costos, uso o reducción gradual de subvenciones, permisos y cuotas negociables sobre las emisiones.*
 2. *Acuerdos voluntarios para el uso de la energía y normas sobre las emisiones de carbono, compras del sector público, programas para fomentar productos en que se utilice eficientemente la energía.*
 3. *Medidas reglamentarias como equipo obligatorio o normas sobre construcción, prohibiciones de productos y prácticas, permisos y cuotas de emisiones no negociables.*
 4. *Provisión de información y creación de capacidades a nivel de actores institucionales y sociales.*
 5. *Coordinación a nivel interinstitucional e internacional.*



Efecto Invernadero

Es un fenómeno donde gases presentes en la atmósfera retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Un efecto de calentamiento similar es el que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura dentro del recinto.

Aunque el efecto invernadero se produce por la acción de varios componentes de la atmósfera, el proceso de calentamiento ha sido acentuado en las últimas décadas por la acción del hombre. Es importante tener en cuenta que el efecto invernadero es esencial para el clima cálido de la Tierra donde prospera la vida. El problema radica en la contaminación y en el equilibrio, la cantidad de energía que llega al planeta por la radiación solar se compensa con la cantidad de energía radiada al espacio por la misma Tierra; por lo tanto, la temperatura terrestre se mantiene constante, al modificar este intercambio y retener energía térmica se pierde el equilibrio.



Ciclos de enfriamiento y calentamiento de la tierra

El comportamiento del clima tiene bastantes rasgos en común con el del tiempo atmosférico. Todo se reduce a una alternancia irregular de frío y de calor, lo que en el caso del clima identificamos con los cambios climáticos. La Tierra tiene aproximadamente 4,600 millones de años de edad y durante ese vasto período de tiempo han tenido lugar siete grandes eras glaciales, que no debemos de confundir con las glaciaciones. A pesar de ello, durante la mayor parte de la historia de nuestro planeta el clima ha sido mucho más caluroso que el actual; no en vano, a pesar de la fase cálida actual, nos encontramos inmersos en una era glacial (la séptima). La composición de una atmósfera primitiva se parecía bastante a las de las atmósferas de Venus y Marte. El oxígeno no comenzó a tener una presencia significativa

en la atmósfera hasta hace unos 2,000 millones de años cuando la vida (y los procesos biológicos) ya estaba presente en el planeta.

A lo largo de los 4,600 millones de años de la Tierra, las fluctuaciones climáticas han sido muy grandes, por ejemplo, algunas épocas de la Era Mesozoica, entre 225 y 65 millones de años atrás (época de los dinosaurios), han sido de las más cálidas de las que se tiene registro científico. La temperatura en ese entonces era unos 5 °C más alta que la actual, es decir habría sido de unos 20 °C, propiciando esa exuberancia de vida, sin embargo hay que recalcar que ese ecosistema se encontraba en equilibrio y los ciclos se comportan de forma adecuada, cosas que no sucede actualmente.

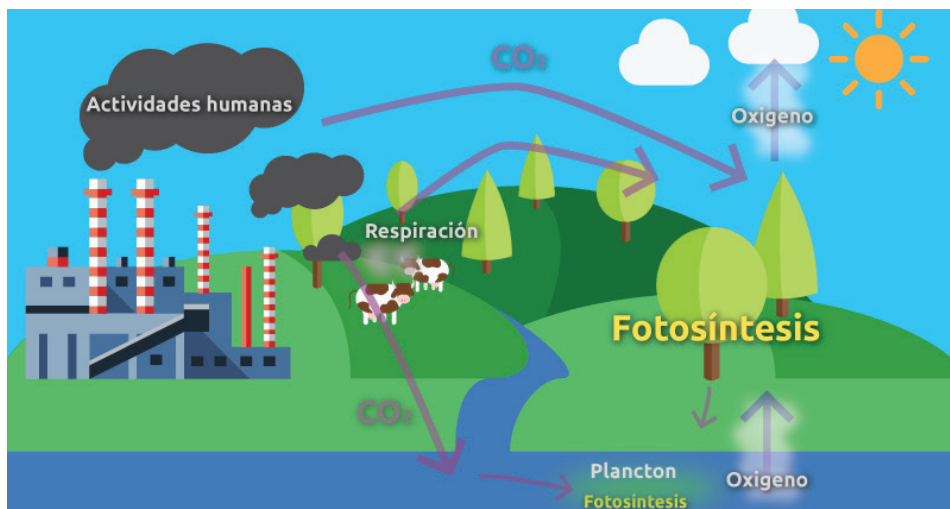
Ciclo del carbono

Ciclo biogeoquímico por el cual el carbono se intercambia entre la biosfera, la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera de la Tierra. Los conocimientos sobre esta circulación de carbono posibilitan apreciar la intervención humana en el clima y sus efectos sobre el cambio climático.

El carbono es el cuarto elemento más abundante en el Universo, después del hidrógeno, el helio y el oxígeno. Es el pilar de la vida que conocemos. Existen básicamente dos formas de carbono: orgánica (presente en los organismos vivos y muertos, y en los descompuestos) y otra inorgánica (presente en las rocas).

En el planeta Tierra, el carbono circula a través de los océanos, de la atmósfera y de la superficie y el interior terrestre, puede ser dividido en dos: el ciclo lento o geológico y el ciclo rápido o biológico.

El balance global es el equilibrio entre intercambios (entradas y salidas) de carbono entre los reservorios o entre una ruta del ciclo específica (por ejemplo, atmósfera - biosfera). Un examen del balance de carbono de un fondo o reservorio puede proporcionar información sobre si funcionan como una fuente o un almacén para el dióxido de carbono.



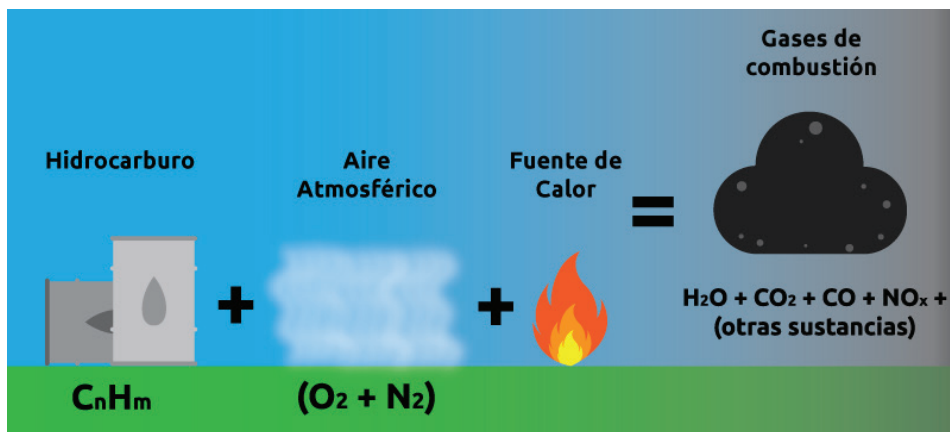
Combustión

Proceso de transformación de la energía, donde la energía química contenida en la materia (petróleo, carbón o gasolina) más una sustancia comburente (oxígeno) y una fuente de alta temperatura hacen posible la transformación de energía química a térmica y mecánica (la más común) para producir movimiento.

El combustible debe alcanzar una temperatura mínima para que pueda arder (punto de ignición). Los combustibles, al quemarse, no desprenden iguales cantidades de calor, hay unos que desprenden mucha más energía calórica.

Como resultado del proceso de combustión, se obtienen varios productos (gases) compuestos principalmente de vapor de agua, dióxido de carbono y monóxido de carbono, los gases varían dependiendo del tipo de combustible y de las condiciones de la mezcla de aire-combustible, generando además, óxidos de nitrógeno, sustancias azufradas y metales pesados.

La gran ventaja de quemar combustibles es que se liberan importantes cantidades de energía que pueden ser aprovechados de muchas maneras por industrias, plantas de producción de electricidad, transporte (carros, camiones, trenes, barcos y aviones), servicios y comercio, todos ellos hacen un uso intenso de la combustión para funcionar.



El internet de las cosas

El Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés: Internet of Things) es un término que se refiere a la conexión a Internet de los objetos que utilizamos todos los días, no sólo hablamos de computadoras y celulares, sino también de electrodomésticos, automóviles y básicamente cualquier artículo de uso diario que puede conectarse a una red.

Base de datos

Una base de datos (cuya abreviatura es BD) es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, con la mejor organización posible. Diferentes programas y diferentes usuarios deben poder utilizar estos datos. El concepto de base de datos generalmente está relacionado con el concepto de red, ya que la información puede ser compartida. En este sentido, un "Sistema de información" se utiliza para designar a la estructura global que incluye todos los mecanismos para compartir datos.

Módulo Ethernet ENC28J60

El módulo Ethernet ENC28J60 utiliza el ENC28J60 controlador autónomo de Microchip que ofrece una serie de características para manejar la mayor parte de los requisitos del protocolo de redes. La tarjeta se puede conectar directamente a la mayoría de los microcontroladores (PIC, Arduino, AVR, DSP, STM32, 8051,



etc.) con una interfaz estándar SPI con una velocidad de transferencia de hasta 20MHz.

Se trata de un módulo mediante el cual usted puede poner su tarjeta de control en línea. Y por supuesto que se puede utilizar en la plataforma Arduino. Su función es la misma que Shield Ethernet V1.0 para Arduino, por lo que con ella se puede realizar todas las funciones que se han hecho en la V1.0 Ethernet Shield para Arduino. Es pequeño y conveniente.

redmet

Hacedores establece la Red Meteorológica Ambiental, su principal objetivo es promover la difusión y concientización del cambio climático. La red provee información atmosférica a través de la medición de variables en tiempo real, se enfoca a jóvenes estudiantes, como un estímulo para hacer conciencia sobre las causas humanas del cambio climático además de formar parte de una comunidad científica en pro del ambiente.

La red funciona como una base de datos para el monitoreo del tiempo atmosférico, a través de su análisis se podrán estudiar los cambios en el clima. La red es de acceso abierto, cualquier persona puede conectar su estación meteorológica, enviar datos y al mismo tiempo recibir información de cualquier otra estación meteorológica registrada en el sitio.



Registro en redmet

Al entrar a redmet.org lo primero que deberemos hacer es crear un usuario nuevo para dar de alta nuestra estación.

Los datos de registro son:

- Nickname (nombre corto o alias)
- Nombre
- Correo electrónico
- Contraseña

Una vez que estés registrado tendrás acceso al sistema para dar de alta tu propia estación. Al dar click en el botón de “crear estación”, el sistema te desplegará una ventana para que ingreses los datos de la nueva estación.

- Nombre de la estación
- Una descripción de la estación o su ubicación
- Si la quieres anexar a una organización o escuela en la que participes
- Ubicación de la estación (puedes ingresar la dirección de forma manual o colocar un pin en el mapa con la ubicación).

Identificador de estación

Una vez terminado el registro de la estación, podremos acceder a la página de nuestro dispositivo. En la cabecera de esta página encontramos el identificador de nuestra estación, este se compone de una cadena de números y letras, es único e irrepitible para cada estación, es importante recordar su ubicación pues deberemos pegarlo en la sección del código correspondiente en nuestro Arduino.

Cascada velo de novia
 Identificador:
 ZjFjYWI3OTUtM2FmZS00MWNjLTg5YmQtYkYjM3YjA1YjJkOmNjNDhiYjc2LTASZDg
 tNDQ5ZS05NGZILTIkMDdmN2UwNDQ2Zg==

Librería Meteorito

Esta librería fue especialmente desarrollada para las estaciones meteorológicas del curso es un poco diferente en su instalación, se compone de dos archivos Meteorito.cpp y Meteorito.h, ambos archivos siempre deben de estar en la misma carpeta que el archivo de extensión .ino desde el cual estemos trabajando.

Esta librería contiene varias funciones pero en esta ocasión nos centraremos en la que se ocupan para realizar una conexión con el servidor de redmet.

- **Meteorito estacion(tiempoEnvio);** - Con esta instrucción creamos un objeto llamado "estacion" lo que nos permitirá acceder a las funciones de la librería, adicionalmente, debemos incluir el tiempo entre cada medición, este debe ser en segundos.
- **estacion.conectar();** - Con esta función iniciamos la conexión de nuestra estación con el servidor, para posteriormente pasar a la etapa de envío de datos. Esta función puede imprimir en pantalla errores de conexión con el módulo de ethernet o errores de conexión a internet.
- **estacion.enviarDatos(//datos separados por coma);** - Con esta función enviamos al servidor los datos que la estación ha recogido hasta ese momento. Enviamos los datos separados con una coma y en un orden específico, el orden correcto es el siguiente:
nubosidad, humedad, presión, precipitación, temperatura, radiación UV, dirección del viento, velocidad del viento.
- **estacion.esperaRespuesta();** - Esta función deja pasar el tiempo correspondiente entre los envíos, mientras espera una respuesta del servidor para confirmar que el envío ha sido correcto.

Código de conexión a redmet

```
#include "Meteorito.h"
const int tiempoEnvio=30;

Meteorito estacion(tiempoEnvio);

void setup(){
  Serial.begin(57600);
  delay(100);
  Serial.println("\nIniciando estación");
}

void loop(){
  estacion.conectar();
  estacion.enviarDatos('C', 35, 77, 11.1, 12, 6, 45, 6.6);
  estacion.esperaRespuesta();
  Serial.println("Terminó el ciclo");
}
```

Conexión del módulo de Ethernet ENC28J60

