

## Sistemas de Gestión de Indicadores Clave de Despeño (KPIS) en procesos industriales

**Alex Fabian Estrella Quispe**<sup>1</sup>

[alexestrella@tsachila.edu.ec](mailto:alexestrella@tsachila.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3037-9069>

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas

**Germán Patricio Segura Núñez**

[germansegura@tsachila.edu.ec](mailto:germansegura@tsachila.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7219-0657>

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas

**Carlos Eduardo Martínez Rosas**

[carlosmartiez@tsachila.edu.ec](mailto:carlosmartiez@tsachila.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-0293-3902>

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas

**Angie Yesenia Sánchez Chila**

[angiesanchez@tsachila.edu.ec](mailto:angiesanchez@tsachila.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-7034-4943>

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas

**Estefanía Berenice Bravo López**

[estefaniabravo@tsachila.edu.ec](mailto:estefaniabravo@tsachila.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5200-9715>

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas

### RESUMEN

La presente investigación se enfocó en diseñar una aplicación tecnológica de indicadores del Sistemas de gestión de procesos productivos, estos elementos son herramientas importantes para controlar los resultados de un proceso productivo, pero a su vez muy complicados para aplicar en tiempo real. Los indicadores de gestión de alto nivel pueden enfocarse en el desempeño general de la empresa, mientras que los (**KPI**) de bajo nivel pueden enfocarse en los procesos o los empleados en cada departamento como puede ser: producción, ventas, mercadeo o un centro de soporte al cliente. La creación de los Indicadores de producción es prioritaria para comenzar a registrar resultados, y obtener información relevante del proceso. Es muy importante elegir los indicadores más adecuados durante el proceso de diseño de un nuevo Sistema de Gestión Productivo mediante tecnologías de sistemas embebidos, se investigó de acuerdo a la normativa para elaborar indicadores de gestión industrial que permitan su aplicación en tiempo real con el diseño de sistemas tecnológicos compatibles en hardware y software para desarrollar el presente trabajo investigativo. Las organizaciones utilizan indicadores de gestión en múltiples niveles para evaluar su éxito al alcanzar las metas planificadas en un periodo definido.

**Palabras Clave:** *producción; indicadores; control, gestión; sistema.*

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [alexestrella@tsachila.edu.ec](mailto:alexestrella@tsachila.edu.ec)

# **Key Performance Indicator Management System (KPIS) in industrial processes**

## **ABSTRACT**

The present research focused on designing a technological application of indicators of the Production Process Management Systems, these elements are important tools to control the results of a production process, but at the same time very complicated to apply in real time. High-level management indicators can focus on the overall performance of the company, while low-level KPIs can focus on processes or employees in each department such as: production, sales, marketing or a customer support center. The creation of Production Indicators is a priority to start recording results, and obtain relevant information about the process. It is very important to choose the most appropriate indicators during the design process of a new Productive Management System using embedded systems technologies, it was investigated according to the regulations to develop industrial management indicators that allow its application in real time with the design of technological systems compatible in hardware and software to develop the present research work. Organizations use management indicators at multiple levels to evaluate their success in achieving planned goals in a defined period. Keywords: Production, indicators, control, management, system.

***Keywords:*** *production; indicators; control; management; system.*

*Artículo recibido 05 junio 2023*

*Aceptado para publicación: 05 julio 2023*

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se enfoca en el Sistema de gestión en el área de indicadores, y una actividad importante para controlar los resultados de un proceso productivo, pero a su vez muy complicada para aplicar. La creación de los Indicadores de producción es prioritaria para comenzar a registrar resultados, y obtener información relevante del proceso. Es muy importante elegir los indicadores más adecuados durante el proceso de implementación de un nuevo Sistema de Gestión Productivo, es por ello que se investigará de acuerdo a la normativa para elaborar indicadores de gestión que permiten su aplicación en Tiempo real con el desarrollo de sistemas ambientales, para desarrollar el presente trabajo investigativo el presente trabajo investigativo. (resitua, 2022)

La realidad de la presente investigación se basa en la necesidad de implementar los indicadores de gestión de producción en el área industrial, debido a que la mayoría de empresas no los han implementado, por eso se debe realizar un estudio de los indicadores mencionados y las tecnologías libres existen para mejorar los procesos productivos porque, lo que no se mide no se mejora.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación se enfocará en el estudio del Sistema de gestión en el campo de indicadores, en la aplicación de los procesos industriales, porque registra importancia en el sector productivo local la aplicación de los indicadores de calidad, estos elementos están vigentes en todos los procesos de producción y servicio para lograr buenos resultados. Este trabajo permitirá mostrar los resultados de los indicadores de calidad y productividad para medir la eficiencia de las actividades de los procesos mediante elementos tecnológicos. (Lopez, 2023)

La factibilidad del proyecto radica en la apertura de herramientas necesarias tanto intelectuales como físicas para su respectiva investigación, en función de las variables a controlar para medir el proceso industrial.

Es útil este tipo de investigación porque nos permite conocer cuáles son los rendimientos de calidad o cantidad y como se los utilizará para mejorar los niveles de producción.

Los indicadores de producción impactan en la sociedad debido a que estimula la productividad y el desarrollo socioeconómico de las pequeñas y medianas empresas de la región.

El requerimiento industrial del control de procesos mediante indicadores de gestión KPI'S tiene como finalidad complementarse con las tecnologías de sistemas embebidos para reducir su costo en la realización de aplicaciones tecnológicas industriales. Se desarrollará un algoritmo para medir la cantidad de productos elaborados como indicador KPI de gestión de producción. Los algoritmos son pasos secuenciales y ordenados de un sistema de control para obtener el producto deseado como resultado final.

### **ALGORITMO**

- El sistema debe contar con un sistema de control eléctrico que active o desactive una señal digital mediante un contacto seco.
- El contacto seco será considerado como la variable del sensor de existencia o no existencia para el conteo.
- Contar con una tarjeta de ESP8266, que tiene la facultad de enlazarse a una red Wifi mediante una nube.
- Se deberá programar el software que realice el enlace con la nube.
- Se visualizará la señal digital a través de un software aplicativo.
- Cuando se active el sistema de control la señal digital va a ser detectada por acción del contacto normalmente cerrado (NC) al sistema de la nube y visualizada por medio de la aplicación.
- El sistema se apaga, la señal digital va a activar la señal por cambio de estado del contacto (NC) y va a ser subido en la nube para visualizarlo en el software.
- El sistema debe monitorear en tiempo real con una demora de 8s para actualizar el estado del dato activado.
- En el ejemplo se está utilizando una señal indicadora tipo contador de unidades producidas por unidad de tiempo.

### **Estructura de equipos**

Para desarrollar la aplicación práctica de la investigación desarrollada se elaboró un tablero eléctrico en el cual se instaló un circuito de control eléctrico para las pruebas operativas mediante un contactor y luces piloto indicadoras, el mismo que tendrá la capacidad de generar una señal digital con un contacto normalmente cerrado para enviar la señal eléctrica digital de 0 o 1 para que la tarjeta pueda interpretarlo

como la existencia o inexistencia de un producto , esta señal posteriormente se enviará a la nube de la aplicación tecnológica utilizada ThinkSpeak.

**Ilustración 1. Estructura y perforación de equipo**



**Nota:** Se realiza el proceso de la perforación para los indicadores de control en un tablero plástico de 35x25x20 cm lo cual está diseñado para instalar elementos de control y fuerza.

**Colocación de luz piloto y pulsadores**

La colocación de pulsadores y luces indicadoras nos permite visualizar cuando el dispositivo está en funcionamiento (luz verde) o está apagado (luz roja), también puede interpretarse como la existencia o no existencia de un producto, la señal es transmitida mediante un contacto normalmente cerrado que cambia de estado operativo de cerrado a abierto o viceversa de acuerdo a su funcionamiento programado en el proceso. Podemos saber que se activó o desactivo y está condición se ve reflejada en la nube ThinkSpeak la cual nos da información de 0 o 1.

## **Ilustración 2 Conexiones entre los pulsadores y luz de señal**



**Nota:** Se procede con las conexiones con los pulsadores y señales para una respectiva señalización y activación de la parte del circuito de control hacia la todo el sistema eléctrico.

## **Alimentación de la tarjeta ESP8266**

Para la alimentación de la tarjeta se utilizó una fuente de poder de 110/220VAC con salida 12VDC 5A que nos permite el funcionamiento de la tarjeta ESP8266. La fuente de poder es regulada para garantizar estabilidad en los dispositivos electrónicos a utilizar.

## **Ilustración 3 Fuente de poder**



**Nota:** Fuente de alimentación que funciona 110/220VAC/ 5A salida 12VDC para la respectiva alimentación de la tarjeta ESP8266.

### **Conexión de control y fuerza**

Para la conexión del elemento de control y fuerza se usó cable flexible THHN #18 y cable flexible THHN#12 y para la protección se usó un breaker de 1p 3A, para la parte de fuerza se usó un contactor de 9A con un bloque auxiliar NA y NC para realiza la memoria del circuito eléctrico y el contacto (NC) dará paso para la señal hacia la tarjeta electrónica de control y posteriormente envié la señal a la nube.

### **Ilustración 4 Conexión de la memoria**

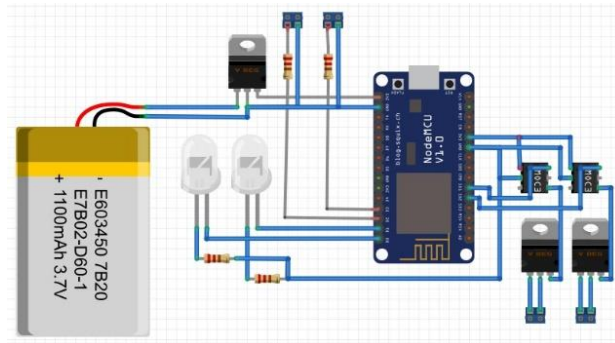


*Nota:* Se procede a instalar el circuito de fuerza y control con los auxiliares para conectar los pulsadores y luces indicadoras que nos permite visualizar cuando está en funcionamiento o está en paro el proceso industrial.

### **Programacion de la tarjeta ESP8266**

Para la configuración y construcción de la tarjeta electrónica se usó el programa Proteus, en el desarrollo de la placa electrónica se usó dispositivos electrónicos como opto acopladores, transistores, resistencias y una batería adicional de respaldo para el funcionamiento de la tarjeta ESP8266.

## Ilustración 5 Conexiones en Programa Proteus

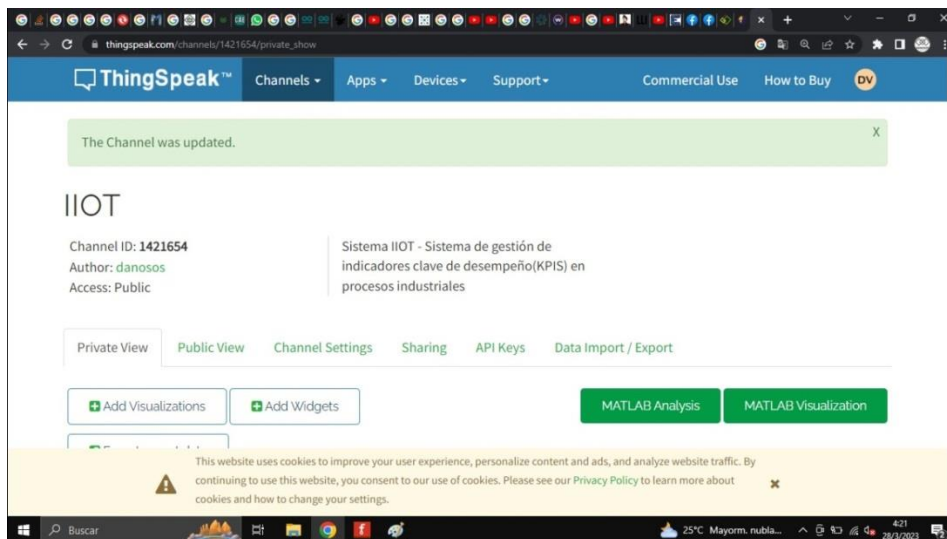


**Nota:** Se detalla por medio de simulación el prototipo del circuito en función

## PAGINA THING SPEAK

Para visualizar los resultados obtenidos mediante la tarjeta ESP8266 y el sistema eléctrico desarrollado para las pruebas operativas, los datos obtenidos podemos observarlos en la página Thing Speak , el mismo que esta diseñado para procesar los datos en la nube.

## Ilustración 6 Datos de carga por medio de la Nube



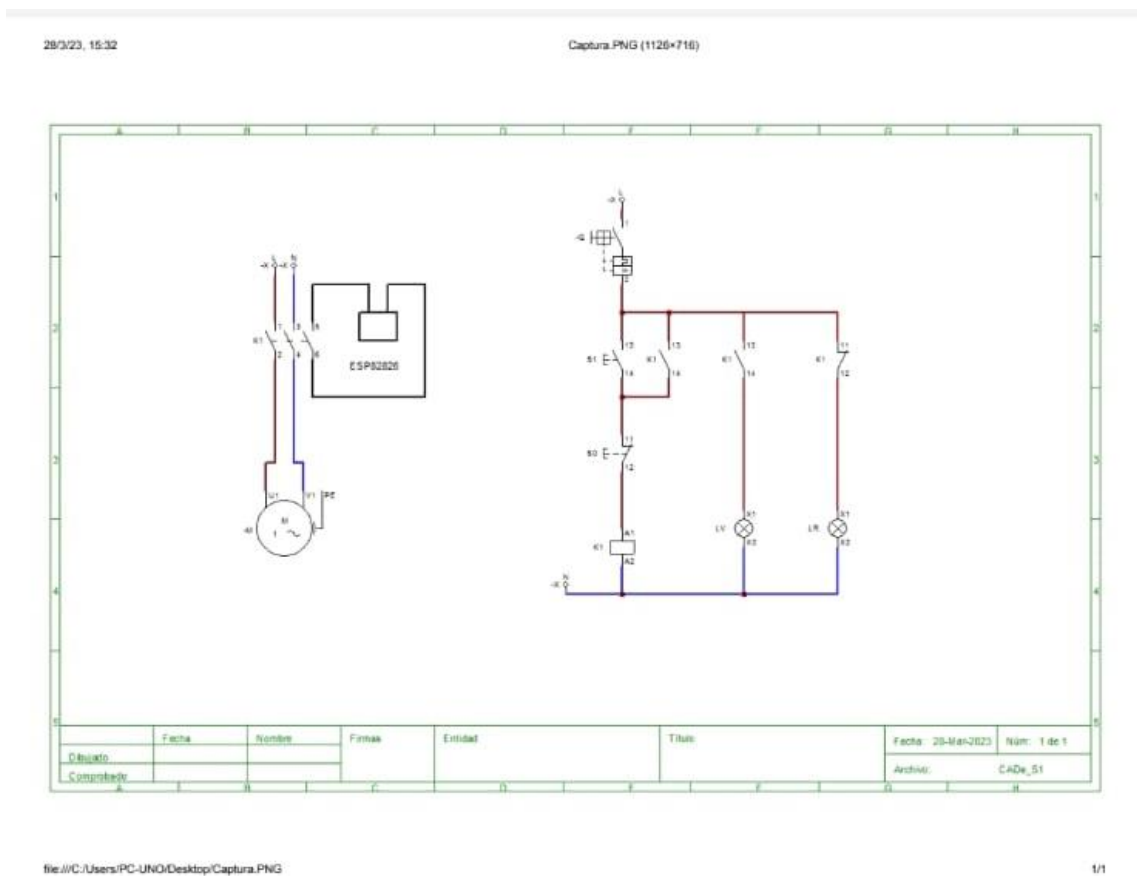
**Nota:** Se procede a enlazar por medio de wifi la comunicación de base de datos a la nube ThingSpeak



## Diagrama de conexión

Mediante el diagrama de conexión del circuito eléctrico a prueba nos permitió realizar las pruebas operativas pertinentes al proyecto desarrollado, se desarrolló un sistema de arranque directo de motores como circuito prototipo para las pruebas operativas del módulo.

### Ilustración 7 Circuito eléctrico de control operacional



**Nota:** Se muestra el diagrama de control y fuerza utilizado para tener un mayor entendimiento de las conexiones y su aplicación con el proyecto desarrollado.

## Programación en Programa Arduino Id

La programación para poder conectar a la red wifi y configurar cada dispositivo de la tarjeta se utilizó el software de ARDUINO IDE. En el mismo se declaran las variables de programación y los lazos de programación en lenguaje writting mediante comandos.

### Ilustración 8 *Diseño informático de programación*

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
//Indicamos los datos de conexión para el monitor serial
Serial.println("");
Serial.println("Conectado WiFi");
Serial.println("Direccion IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
Serial.println("Ping ip: "); // Indicamos a la dirección IP a la que vamos a ejecutar el ping
Serial.println(remote_ip);
ThingSpeak.begin(client); // Inicializamos ThingSpeak
}

void loop() {
  // Comprobar si se ha dado la vuelta
  if (millis() < ultimoTiempo)
  {
    // Asignar un nuevo valor
    ultimoTiempo = millis();
  }
  if ((millis() - ultimoTiempo) > intervaloEnvio)
  {
    // Marca de tiempo para el siguiente intervalo
    ultimoTiempo = millis();

    // Ejecutamos el código para saber la intensidad Wifi y lo asignamos a la variable rssi
    long rssi = WiFi.RSSI();
    Serial.print("RSSI: ");
    Serial.println(rssi);
    Serial.println(" dBm");

    // Ejecutamos el código para realizar el ping y el tiempo en milisegundos, lo
    // asignamos a la variable avg_time_ms
    if (Ping.ping(remote_ip)) {
      avg_time_ms = Ping.averageTime();
      Serial.println("ping OK!!");
      Serial.print("Tiempo ");
      Serial.print(avg_time_ms);
      Serial.println(" ms");
    } else {
      Serial.println("Error :");
    }
    // Tenemos dos variables con son los datos a subir a ThingSpeak
    // rssi : mide la intensidad de la señal Wifi
    // avg_time_ms : mide la media de 5 ping
    ThingSpeak.setField(1, rssi);
    ThingSpeak.setField(2, avg_time_ms);

    // subimos los datos a nuestro canal en ThingSpeak
    //200 es el código http de una transacción OK en el protocolo HTTP
    int x = ThingSpeak.writeFields(numeroCanal, WriteAPIKey);
    if (x == 200) {
      Serial.println("Canal actualizado.");
    }
    else {
      Serial.println("Problema actualizando Canal, HTTP error code " + String(x));
    }
  }
}
```

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266Ping.h>
#include "ThingSpeak.h"

//Configuracion Wifi, adaptalo a tu caso
const char* ssid = "TU_SSID";
const char* password = "TU_CLAVE";
WiFiClient client;

//Datos acceso Canal ThingSpeak
unsigned long numeroCanal = 1641546;
const char* WriteAPIKey = "C018D0EVH8HDDG0M";

//Temporizador ThingSpeak XXseg
unsigned long ultimoTiempo = 0; // almacena la ultima vez que se lanzo nuestro evento
unsigned long intervaloEnvio = 20000; // 20 segundos

int avg_time_ms; // variable global
//IP a la que vas a realizar el ping (puedes poner cualquiera)
const IPAddress remote_ip(8, 8, 8, 8);
//CONSTANTE DE Direccion IP = "www.google.com"; // ejemplo con nombre de dominio

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Empezamos conectandonos a la red WIFI
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Conectando ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  //Indicamos los datos de conexión para el monitor serial
  Serial.println("");
  Serial.println("Conectado WIFI");
  Serial.print("Direccion IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  Serial.print("Ping ip: "); // Indicamos a la direccion IP a la que vamos a ejecutar el ping
  Serial.println(remote_ip);
  ThingSpeak.begin(client); // Inicializamos ThingSpeak
}

void loop() {
  // Comprobar si se ha dado la vuelta
  if (millis() < ultimoTiempo)
  {
    // Asignar un nuevo valor
    ultimoTiempo = millis();
  }
  if ((millis() - ultimoTiempo) > intervaloEnvio)
  {
    // Marca de tiempo para el siguiente intervalo
    ultimoTiempo = millis();

    // Ejecutamos el metodo para saber la intensidad Wifi y lo asignamos a la variable rssi
    long rssi = WiFi.RSSI();
    Serial.print("RSSI: ");
    Serial.println(rssi);
    Serial.println(" dBm");

    // Ejecutamos el metodo para realizar el ping y el tiempo en milisegundos, lo
    // asignamos a la variable avg_time_ms
    if (Ping.ping(remote_ip)) {
      avg_time_ms = Ping.averageTime();
      Serial.println("ping OK!!!");
      Serial.print("Tiempo ");
      Serial.println(avg_time_ms);
      Serial.println(" ms");
    } else {
      Serial.println("Error:");
    }
  }
}

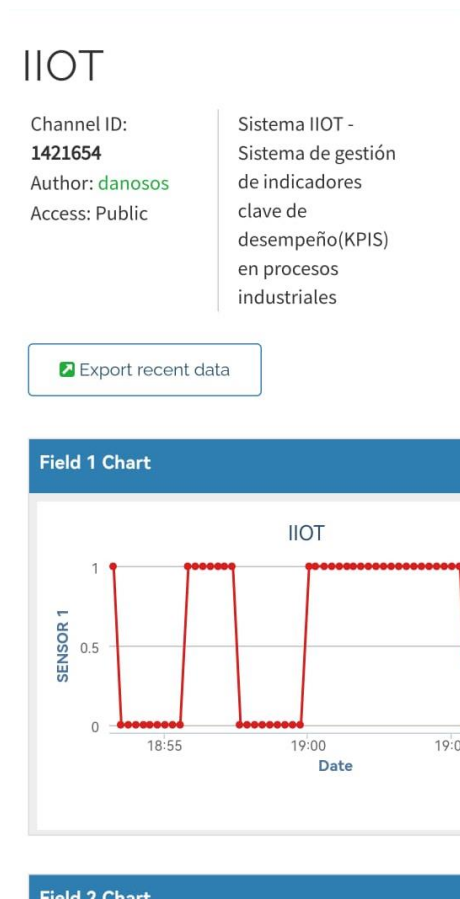
```

**Nota:** Se muestran los diseños previamente establecidos, aplicando las variables y parámetros para una mejora en el sistema de monitoreo y para que pueda enlazarse la tarjeta a la nube.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la página Thing Speak podemos visualizar los resultados obtenidos de la tarjeta reflejada en las variables X0 y X1, estas borneras son las que transmiten la señal de estado del circuito de control desarrollado para las pruebas operativas, posteriormente los resultados son procesados en la nube para su visualización gráfica.

### Ilustración 9 Resultado de los algoritmos



**Nota:** En esta etapa se muestra el correcto monitoreo del diseño, donde nos indica que las variables previamente establecidas funcionan con total normalidad y verificando que mediante cada pulso o cada censada podamos verificar en tiempo real todos los cambios en el proceso.

Los datos de operación tienen una demora de 6 a 7 segundos en respuesta de la nube esta variación es útil para indicadores de gestión que supervisan datos gerenciales del estado del proceso, sin embargo, para señales críticas como de alarma de una caldera los siete segundos son demasiada espera para dar una

respuesta técnica correctiva por lo tanto su aplicación es de alto riesgo, con el tiempo se mejorarán los avances tecnológicos y se podrán reducir los tiempos de respuesta. Para la aplicación propuesta cumple con el requerimiento deseado

## **CONCLUSIONES**

- Para los procesos industriales usamos los indicadores de gestión de producción, para poder obtener resultados de todo el proceso en tiempo real ya que nos ayudará para gestionar o revisar desde la nube las perturbaciones, desvíos o errores en el proceso de productivo.
- Los siguientes indicadores que nos ayuden en los procesos industriales son; indicadores de productividad, indicadores de eficiencia, indicadores de rentabilidad, indicadores de competitividad.
- Estos sistemas permiten personalización casi completa. Los programadores pueden utilizar su propio código para modificar la interfaz del sistema, su funcionalidad e incluso las tareas que desempeña cada pin del microprocesador. De este modo pueden adaptarse a cualquier entorno.

## **RECOMENDACIONES**

- Una de las recomendaciones de cuál será el uso del sistema de indicadores de gestión es que puedan visualizar de cualquier parte del mundo mientras estén enlazados a la red wifi para tomar decisiones y ejecutar acciones correctivas en los procesos controlados.
- El sistema de indicadores mediante la plataforma thing speak pueden facilitar a gerencia la visualización de todo el rendimiento de las estrategias me mejora continua aplicados al proceso industrial.
- Las tecnologías de sistemas embebidos son económicas, pero están en desarrollo pueden tener falencias en áreas industriales donde el ruido eléctrico y señales de armónicos estén en valores elevados

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Barranco, C. (31 de Mayo de 2013). *Con Tu Negocio. Las 7 características que debe tener todo KPI*. Recuperado el 22 de Junio de 2015, de sitio web Con Tu Negocio: <http://www.contunegocio.es/marketing/7caracteristicas-debe-tener-todo-kpi/>

Bizquerra, R. (2004). *Metología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.

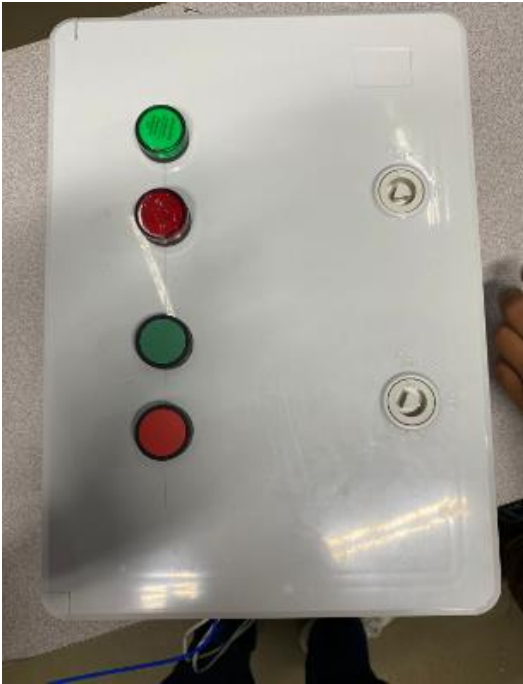
- Bonnefoy, J., & Armijo, M. (Noviembre de 2005). *Indicadores de Desempeño en el Sector Público*. Santiago de Chile, Naciones Unidas: ILPESCEPAL.
- Camí, T. (5 de Mayo de 2012). *Zumo de Marketing*. Recuperado el 20 de Junio de 2015, de ¿Qué es el Key Performance Indicator (KPI)?:
- Carlos, S. (13 de Marzo de 2014). *Ascendo. Tipos de Key Performance Indicators (KPIs)*. Recuperado el 22 de Junio de 2015, de sitio web de Ascendo: <http://www.ascendo.com/es/blog/tipos-de-key-performanceindicators-kpis/>
- Consulting Group Sixtina. (13 de Marzo de 2008). *Gestiopolis. Teoría y ejemplos de KPI Key Performance Indicators*. Recuperado el 18 de Junio de 2015, de sitio web de Gestiopolis: <http://www.gestiopolis.com/teoria-ejemplos-kpi-key-performanceindicators/>
- Cruz, G., Lara, C., Ortega, M., Rabago, J., & Vilchis, R. (Diciembre de 2008). *Implementación de KPI en ADEMSA*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Francisco Nájjar Navarro (Arequipa, 2019), *Implementación de un plan de mejora con el uso de kpis en los procesos de gestión comercial para la fuerza de ventas de las distribuidoras ferreteras de Arequipa para el 2019*
- Adrián Guevara Sebastián García, (Noviembre 2008), “Diseño de KPIs para proyectos de TI”
- Bruno Moroni Buglioni Calderón, Adrian Ignacio Contreras Vergara, (diciembre, 2018), *Propuesta De Técnicas Y Herramientas Para Aplicar Kpi De Control Y Monitoreo En La Implementación De Proyectos Ti*.
- Wilson Antonio Munar Gómez, Rodrigo Andrés García Rico, Luis Felipe Durango Prado, (noviembre, 2021), *Propuesta de aplicación de un modelo de KPI's orientado al proceso de mantenimiento de los vehículos Biarticulados de la flota perteneciente a CapitalBus*
- Daniel Alejandro Hernandez Arias, (junio 2021), *Propuesta de implementación de indicadores de gestión y desempeño (KPI) a las estrategias de transición de distribuidores del CDT de Colgate Palmolive Company*.
- Rossana Martínez, (octubre 2021), *Control de líneas de producción basado en indicadores de rendimiento en las pequeñas y medianas empresas*
- Corejo Vega Jamil Vicete, (2019-08-28), *Diseñar un modelo de indicadores KPI de la gestión de calidad del servicio para evaluar a los proveedores en una Institución Financiera del Área de Canales y su impacto final al cliente*

**ANEXOS**

*Imagen 1 Perforación para la ensamblar las señales y pulsadores*



**Ilustración 2 Instalación de indicadores luz indicadora y pulsadores NA/**



**Imagen 3 Ensamblado de conexiones**



**Imagen 4 Inspección previa al monitoria miento de control**





*Imagen 6 Peinado de cables*



*Imagen 7 Colocación previa al ensamblado de los componentes*

