

**DISPOSITIVO DE MONITOREO DE TIEMPOS DE FABRICACIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA EN LÍNEA EN TIEMPO REAL**

**TIME MONITORING DEVICE MANUFACTURING PROCESS MANUFACTURING ONLINE IN REAL TIME**

Lourdes Céspedes Aguirre, Nériida Pastrana Díaz, Guadalupe Ramírez Reyes, Jorge Hilario Cárdenas, Gerardo Garay Robles

**RESUMEN**

El trabajo de investigación titulado "DISPOSITIVO DE MONITOREO DE TIEMPOS DE FABRICACIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA EN LÍNEA EN TIEMPO REAL", es una investigación de tipo experimental, dentro de la categoría de cuasi experimental y se basa en la construcción de un prototipo cuyas partes críticas fueron evaluadas de manera independiente a fin de lograr una unidad de prototipo ideal y realizado según las normas de la Dirección Universitaria de Investigación (DUI) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. El objetivo general de la investigación fue el de desarrollar un prototipo de dispositivo de monitoreo de tiempos de fabricación de procesos de manufactura en línea en tiempo real, el mismo que se logró luego de diseñar diferentes tipos de dispositivos que permitieron detectar el inicio y fin de las estaciones de trabajo de los procesos de fabricación y transmitir la información a un centro de comunicaciones para lo cual se sometió a evaluación los diferentes tipos de dispositivos para que en base a las características que fueron consideradas como óptimas para el propósito, se eligió el microcontrolador. El segundo objetivo específico planteado fue el de determinar la configuración de la central de comunicaciones que permita capturar y entregar datos de manera inalámbrica desde y hacia nodos estacionarios pre definidos. Para dar cumplimiento a este objetivo se sometieron a evaluación los distintos tipos de comunicación inalámbrica para luego elegir el Bluetooth y finalmente el objetivo tercer objetivo específico, formulado como, desarrollar el software que simule el proceso de producción, que permita interpretar las señales de datos y los transforme en información para su monitoreo y control de tiempos de fabricación en tiempo real; para cuyo logro se sometió a evaluación los diferentes tipos de software existentes en el mercado y en base a las características que se ajustan a los requerimientos de la investigación se eligió el Pure Basic. Finalmente se logró desarrollar el prototipo con estos tres componentes, el cual nos ha permitido lecturar el tiempo real de cada operación en un proceso productivo, cuyos resultados permiten determinar tiempos mínimos y máximos de cada ciclo, la media y la desviación estándar, así como identificar los cuellos de botella dentro del proceso productivo, ritmo de producción, para la toma de decisiones, que ayudará a optimizar el proceso productivo.

**Palabras Claves:** Dispositivos electrónicos, central de comunicaciones, software de simulación.

**ABSTRAC**

The research work entitled "MONITORING TIME DEVICE MANUFACTURING ONLINE PROCESS IN REAL TIME ", is an experimental research, within the category of quasi-experimental and is based on the construction of a prototype, conducted according to standards of University Management Research of the National University Hermilio Valdizán Huánuco .

The overall objective of the research was to develop a prototype of monitoring time device manufacturing online process in real time, it was achieved through the fulfillment of the specific objectives, being the first of them, determining the electronic devices that will let detect the beginning and end of workstations of fabrication process and transmit the information to a communications center, for which assessment was put through to different types of devices that based on features that were considered to be optimal for the purpose, the microcontroller was chosen. The second specific objective set was to determine the configuration of the communications center that allows to capture and deliver data wirelessly from and to pre -defined stationary nodes. To fulfill this objective assessment underwent various types of wireless communication and then choose the Bluetooth and finally the third specific objective goal, formulated as, developing the software that simulates the production process that let interpret the data signals and transforms it into information for its monitoring and manufacturing times control in real time to the achievement underwent evaluation of different types of existing software in the market and based on the features that meet the requirements of the research was chosen Pure Basic. Finally we were able to develop the prototype with these three components, which has allowed to see the real time of each operation in a production process, wich results let determining minimum and maximum times of each cycle, the middle and the standard deviation, as well as identifying the bottlenecks in the production process, production rate, for decision making that will help to optimize the production process.

**Key Words:** Electronic devices, central communications, software simulation.

## INTRODUCCIÓN

La competitividad de las empresas en el mercado es uno de los puntos de mayor interés para los empresarios; para ser competitivos es necesario que la empresa tenga la capacidad para satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes; por su puesto, los clientes o consumidores siempre buscan productos de mayor calidad y a menor precio. Esto sólo puede lograrse a través de constantes mejoras en el proceso de producción que les permite a los empresarios obtener los productos a menores costos. El tema de la medición de tiempos data de muchos años atrás, ya desde 1881 Frederick Taylor ha intentado medir los tiempos en la empresa en donde laboraba, en base a "tareas" y poco a poco ha ido mejorando estos procesos hasta que en el año 1903 presentó su artículo denominado Administración del Taller, lo cual fue aceptado de muy buena voluntad por los empresarios, en ella se presentaba la técnica de Organización mediante el cual se podía calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido. Actualmente las grandes y hasta medianas empresas han automatizado todos sus procesos, incluidos aquellos que se refieren a la medición de los tiempos de fabricación en cada estación del proceso de producción; sin embargo las micro y pequeñas empresas tienen aún deficiencias en el uso de tecnologías para realizar este tipo de automatización; algunas de ellas realizan este trabajo pero lo hacen utilizando el recurso humano, lo que conlleva a un incremento en sus costos de producción. Es por ello que el equipo de investigación se ha planteado los siguientes objetivos:

a) determinar los dispositivos electrónicos que permitirán detectar el inicio y fin de las estaciones de trabajo de los procesos de fabricación y transmitir la información a un centro de comunicaciones, b) determinar la configuración de la central de comunicaciones

que permita capturar y entregar datos de manera inalámbrica desde y hacia nodos estacionarios pre definidos y c) desarrollar el software que simule el proceso de producción, que permita interpretar las señales de datos y los transforme en información para su monitoreo y control de tiempos de fabricación en tiempo real. Para desarrollar el prototipo del dispositivo señalado se ha procedido a someter a evaluación a los distintos dispositivos electrónicos existentes en el mercado, a los diferentes tipos de comunicaciones inalámbricas y a los diversos softwares disponibles en el mercado y se llegó a la conclusión que para efectos del logro de nuestro objetivo se seleccionó como dispositivo electrónico los microcontroladores; como comunicación inalámbrica óptima el bluetooth y como software adecuado el Pure Basic; con estos tres componentes se procedió a desarrollar el prototipo de dispositivo planteado en los objetivos de la investigación, con lo cual se pueden capturar los datos en cada estación de un proceso productivo, respecto al tiempo que se emplea en cada una de las actividades, el registro y análisis de estos datos servirán como fuente de toma de decisiones de mejora en los procesos de producción por parte de los empresarios lo cual conlleva sin duda a una reducción en los costos de producción, contribuyendo así a que la empresa sea más competitiva en el mercado.

## MATERIALES Y MÉTODO:

Para el desarrollo del proceso de investigación se ha procedido a realizar el siguiente procedimiento: a) diseño del protocolo, b) diseño del programa de monitoreo y c) prueba de interacción. Y se han utilizado como materiales los microcontroladores, los sistemas de comunicación inalámbrica y el software.

## RESULTADOS

Se evidencia la comunicación entre el dispositivo de monitoreo y los sensores tal como se muestra en los siguientes cuadros:

**CUADRO N.º 01  
CARACTERÍSTICAS DE MICROCONTROLADORES  
Y MICROPROCESADORES**

	Microprocesadores	Microcontroladores
<b>CPU</b>	El microcontrolador es igual de bruto que un micro, por lo cual solamente realiza sus funciones con lo que tiene (datos) y su algoritmo o programa establecida.	Es una de sus funciones principales, la cual se encarga de dirigir sus operaciones.
<b>Memorias RAM y ROM</b>	Son dispositivos externos que lo complementan para su óptimo funcionamiento.	Las incluye en un solo circuito integrado.
<b>Velocidad de Operación</b>	Rápida	Lenta en comparación con la de un microprocesador
<b>Tamaño</b>	La configuración mínima básica de un Microprocesador está constituida por un Micro de 40 Pines, Una memoria RAM de 28 Pines, una memoria ROM de 28 Pines y un decodificador de direcciones de 18 Pines, lo cual en un circuito bastante engorroso.	El Microcontrolador incluye todo estos elementos en un solo Circuito Integrado por lo que implica una gran ventaja en varios factores, como por ejemplo, la disminución en el tamaño del circuito impreso por la reducción de los circuitos externos.
<b>Costos</b>	Para el Microprocesador, el costo es muy alto en la actualidad.	El costo para un sistema basado en microcontroladores es mucho menor.
<b>Interferencias</b>	Son más susceptibles a la interferencia electromagnética debido a su tamaño y a su cableado externo que lo hace más propenso al ruido.	El alto nivel de integración reduce los niveles de interferencia electromagnética
<b>Tiempo de desarrollo</b>	El tiempo de desarrollo de un microprocesador es lento.	Por el contrario, el de un microcontrolador es rápido.

Elaboración: Equipo de investigación

En base a éstas características, se eligió los microcontroladores.

**CUADRO N.º 02  
EVALUACION DE LOS TIPOS DE  
COMUNICACION INALAMBRICA**

	PRECIO	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	EXISTE EN NUESTRAS MEDIOS	VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	FRECUENCIA DE USO EN REDES	PUNTAJE
INFRA-ROJO	BAJO	MEDIA	SI	5v	BAJA	3
RADIO-FRECUENCIA	ALTO	DIFICIL	SI	3v	ALTA	2
BLUETOOTH	MEDIO	FACIL	SI	5v	ALTA	4

Elaboración: Equipo de investigación

Considerando las características óptimas para el propósito, se eligió el sistema de comunicación inalámbrica: Bluetooth

**CUADRO N.º 03  
EVALUACION DE LOS TIPOS DE SOFTWARE**

	PRECIO	FACILIDAD DE PROGRAMACION	TIENE ENTORNO RAFLCO	COMPATIBILIDAD CON SISTEMAS	DEPENDENCIA DE LIBRERIAS EXTERNAS	LIBRETIAS PARA DESARROLLADORES	PUNTAJE
PYTHON	GRATIS	MEDIA	NO	SI	ALTA	SI	3
VISUAL BASIC	ALTO	DIFICIL	NO	NO	MEDIA	SI	1
PUREBASIC	BAJO	MEDIA	SI	SI	BAJA	SI	4
JAVA	GRATIS	MEDIA	NO	SI	ALTA	SI	3
C++	ALTO	DIFICIL	NO	NO	ALTA	SI	1

Elaboración: Equipo de investigación

En base a las características de los diferentes tipos de software, se eligió el software PureBasic.

## DISCUSIÓN

Respecto al marco teórico que se ha considerado en la investigación, es de resaltar el de Frederick W. Taylor, conocido como el padre del moderno estudio de tiempo en los Estados Unidos, quien realizó su trabajo en el estudio de tiempos en 1881 cuando laboraba en la Midvale Steel Company de Filadelfia. Después de 12 años desarrolló un sistema basado en el concepto de "tarea", en el cual proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que

describiera su tarea en detalle y le indicaran además los medios que debía usar para efectuarla. Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijado después de que se hubieran realizado los estudios de tiempo. En junio de 1895, Taylor presentó sus hallazgos y recomendaciones y fueron acogidos sin entusiasmo porque muchos de los ingenieros presentes interpretaron su resultado como un nuevo sistema de trabajo a destajo y no como una técnica para analizar el trabajo y mejorar los métodos. Posteriormente, en junio de 1903, en la reunión de la A.S.M.E. efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo Administración del taller, en el cual expuso los fundamentos de la administración científica.

En la actualidad las grandes empresas han automatizado totalmente sus procesos de producción, sin embargo las micro y pequeñas empresas no están haciendo uso de esos sistemas de control de tiempos que les permita tomar decisiones adecuadas para mejorar sus procesos de producción.

Con la finalidad de coadyuvar en el crecimiento y desarrollo de las micro y pequeñas empresas, el equipo de investigación ha procedido a desarrollar un prototipo de dispositivo de monitoreo de tiempos de fabricación de procesos de manufactura en línea en tiempo real, que le permitirá a los directivos de este grupo de empresas a realizar una toma de tiempo en cualquiera de sus ciclos de producción, para que en base a los resultados de ello puedan tomar decisiones adecuadas y oportunas para mejorar sus procesos, lo cual conlleva a reducir sus costos de producción y por lo tanto a ser más competitivas en el mercado. Para el desarrollo del prototipo de dispositivo que se ha desarrollado, se ha realizado una evaluación de los dispositivos existentes en el mercado, de los sistemas de comunicación inalámbricas así como de los softwares y se ha llegado a la conclusión de que el dispositivo electrónico a utilizarse para este propósito son los microcontroladores, y esto debido a que existe gran facilidad para encontrar manuales e información en

la web así como por bajo costo respecto a los microcontroladores, cuyo precio es hasta 10 veces más. En cuanto a la comunicación inalámbrica, el medio seleccionado ha sido el Bluetooth, debido a su fácil uso, bajo costo respecto a otros dispositivos de control inalámbrico, y porque la alimentación de fuente es de 5 voltios y son compatibles con los microcontroladores. Finalmente, el Software elegido para el desarrollo del prototipo fue el Pure Basic, tanto por su menor costo en el mercado respecto a otros software y también porque es el lenguaje Basic el más sencillo y amigable, es decir, no necesita librerías y por su portabilidad en las diferentes Pcs que va desde una Pentium II hasta los Pc con microprocesadores actuales. El prototipo con estos componentes nos ha permitido lecturar el tiempo real de cada operación, cuyos resultados permiten determinar tiempos mínimos y máximos de cada ciclo, la media y la desviación estándar, así como identificar los cuellos de botella dentro del proceso productivo, ritmo de producción, para la toma de decisiones, que ayudará a optimizar el proceso productivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://fcaenlinea.unam.mx/2006/1130/docs/unidad3.pdf>
2. <http://tic-tac.teleco.uvigo.es/profiles/blogs/microcontroladores-vs-microprocesadores>
3. <http://www.bluetooth.com/Pages/Bluetooth-Home.aspx>
4. [www.purebasic.com](http://www.purebasic.com)

## E-MAIL DE LOS AUTORES

Mg. Guadalupe Ramírez Reyes  
gramirez01@hotmail.com  
Mg. Nérida Pastrana Díaz  
ncpastranad@hotmail.com  
Mg. Lourdes Céspedes Aguirre  
lulu\_aces@yahoo.es  
Mg. Jorge Hilario Cárdenas  
joruhica@hotmail.com  
Mg. Gerardo Garay Robles  
gera2004@hotmail.com