

DISPOSITIVOS WEARABLES Y SU CONTRIBUCIÓN AL MONITOREO DE SISTEMAS INDUSTRIALES.

Nancy Piedad Rodríguez Sánchez,

Carrera de Mecánica Industrial, Instituto Tecnológico Superior Guayaquil, Ambato, Ecuador,
nrodriguez.itsg@gmail.com

Giovanni Javier Hidalgo Castro,

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato,
Ambato, Ecuador,
hidalgo_gx@yahoo.es

Resumen

Este trabajo presenta el estudio, diseño, desarrollo e implementación de un sistema de comunicación en tiempo real que permite monitorear las variables críticas de un proceso industrial con el objetivo de determinar la incidencia de este sistema en la reducción de tiempos improductivos causados por la gestión no oportuna de alarmas, además de ofrecer una alternativa fácil para aplicaciones que pueden llevarse a cabo a gran escala a nivel industrial, a través de la comunicación de una red Ethernet y un dispositivo vestible. El objetivo principal es el monitoreo de procesos, verificando la optimización de tiempos improductivos como una prueba de funcionalidad del sistema. Se ha desarrollado el index HTML para obtener el acceso a los datos del PLC y se ha configurado el código java para tener acceso a la consulta web con Android Studio, se establece la conexión en tiempo real con el PLC y el dispositivo vestible smartwatch. La parte medular del sistema depende de la introducción de la lógica de control directamente dentro del sistema de automatización por medio del APK en el dispositivo vestible.

Palabras Claves— dispositivo vestible, APK, monitoreo, sistema

Abstract

This paper presents the study, design, development and implementation of a system of real-time communication that allows monitoring the critical variables of an industrial process in order to determine the incidence of this system in reducing downtime caused by management not timely alarm, as well as offering an easy alternative for applications that can be carried out large-scale industrial level, communication via an Ethernet network and a wearable device. The main objective is process monitoring, verifying optimization downtime as a test system functionality. Has developed the index HTML for access to PLC data and is configured java code to access the web consultation with Android Studio, real-time connection with the PLC and Wereable device, smartwatch, is established. The core of the system depends on the introduction of the control logic directly in the automation system through the wearable device APK.

Keywords — wearable device, APK, monitoring, system.

La conexión a las redes de información de todos los tipos de dispositivos puede permitir una multitud de aplicaciones dependiendo del sector donde se aplican estas tecnologías. Los avances tecnológicos y las nuevas tecnologías están siendo aplicadas a la industria, se comienza a hablar sobre la industria 4.0 o las fábricas 4.0. Recientemente, podemos encontrar en la literatura sobre IoT (internet de las cosas) mucha teoría y tecnología, especialmente en sectores como logística y transporte, pero no hay muchos artículos en entornos de fabricación que expliquen situaciones reales y concretas debido a la confidencialidad de sus operaciones y la competitividad del mercado. (Cañizares & Valero, 2018)

En la actualidad la digitalización es la nueva tendencia industrial correspondiente a la Industria 4.0 dentro del Internet de las Cosas. (Siemens, s. f.) En los últimos años, ha habido un cambio tecnológico cada vez mayor hacia una red descentralizada de objetos interconectados, todos equipados con capacidades de toma de decisiones y recopilación de datos "inteligentes". (Li & Kara, 2017)

Hoy por hoy se está implementando con más fuerza la digitalización en las industrias fabriles alrededor del mundo para la reducción de costos de manufactura a través de la disminución de tiempos improductivos presentes en los procesos industriales.

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversas aplicaciones móviles para dispositivos wereables siendo principalmente utilizadas para mejorar el estilo de vida del usuario final, (Pobes Panisello, 1000) aplicativos de salud (Melo, 2016), (computerhoy, s. f.), recordatorios y tareas diarias hacen más fácil la administración de los recursos y tiempo de las personas (Pernek, Kurillo, Stiglic, & Bajcsy, 2015), e incluso capaces de brindar seguridad de control de acceso (Prado, 2017), siendo interactivo y de fácil manejo hasta para personas mayores, brindándoles apoyo en

diferentes ámbitos (Rosales, Fernández-Ardévol, Comunello, Mulargia, & Ferran-Ferrer, 2017), y algo esencial en precautelar la vida humana en el campo de la industria minera, del cual existe estudios de su alcance futuro (Mardonova, Choi, Mardonova, & Choi, 2018)(Verma, Rajhans, Malik, & des Tombe, 2014).

Una de las principales tendencias de la automatización y control de los procesos se basa en tecnologías aplicadas al internet de las cosas IoT, que permite la conectividad a todo nivel dentro de la industria. Es así que el control de las operaciones en las industrias de procesos y fabricación irán adaptándose a estas tendencias ya que una de las bondades del internet de las cosas es que permite mejor conectividad y disponibilidad de la información de una forma eficaz y rápida, por lo tanto, se pueden diseñar sistemas más complejos para una mejor toma de decisiones. (Harjunkoski, 2017)

Sin embargo los aplicativos wearables para la industria hoy en día, aún están en etapa de desarrollo (Aleksy & Rissanen, 2014), donde se cuenta con potentes dispositivos wearables (Digital e Innova, 2017), (Luque, 2016) que pueden operar como interfaz hombre máquina con lenguajes de compilación basados en JVM (Java Virtual Machine), donde se puede escribir de manera nativa un script en java de código abierto. (Android Studio, s. f.) Utilizando las bondades que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el desarrollo de aplicaciones para Android basados en IntelliJ IDEA.(Android Studio, s. f.) Se establece el intercambio de datos en tiempo real entre una Wereable APK y el Controlador Lógico Programable PLC permitiendo el monitoreo de variables industriales de alto nivel.

Por lo expuesto, este artículo presenta una metodología para diseñar una arquitectura de sistema y generar un algoritmo que permita la comunicación en tiempo real con las variables del proceso del estudio.

Requerimientos principales

Wearable APK representa una aplicación puesta a prueba dirigida a acceder al control de las acciones de un sistema PLC y su monitoreo.

Acorde al entorno donde se valida mediante

- Evaluación y control a distancia.
- Monitoreo del funcionamiento del sistema de automatizado.
- Control de las variables de entrada y salida del controlador lógico programable.
- Acceso al control a través de varios dispositivos wereables inteligentes autorizados.

implementación del desarrollo se establecen los requerimientos o funcionalidades básicas esperadas que definen el alcance general de Wearable APK incluyen las siguientes:

Arquitectura del sistema

Un PLC con interfaz Ethernet brinda la posibilidad de acceder a variables de CPU (Ag, 2014) con la ayuda de la aplicación Wearable APK.

Se puede acceder a los mecanismos estándar del PLC mediante la configuración de la Red Ethernet como web server dentro de la página web del controlador, como identificación, búfer de diagnóstico, estado del módulo, comunicación, estado de variables y registros de datos, y se puede diseñar y llamar a páginas web indivi-

duales para el control y monitoreo de una tarea de automatización.

Se ha desarrollado el index HTML para obtener el acceso a los datos del PLC y configurado el código java para tener acceso a la consulta web con Android Studio bajo el código. Fig. 1.

A través de lo mencionado se establece la conexión en tiempo real la con el PLC y el dispositivo wearable.

```
Protected void Wereable_APK(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.sample_main);
    mDataText=(TextView) findViewById(R.id.data_text);
    mNetworkFragment = NetworkFragment.getInstance
        (getSupportFragmentManager(), "https://192.168.10.1/awp/Wereable_APK.html")
}
```

Figura 1. Fragmento del código de programación
Fuente: El Autor

La parte medular del sistema depende de la introducción de la lógica de control directamente dentro del sistema de automatización por medio del APK con Network Fragmenty al PLC mediante un servidor web.

Para esto se vinculó la lógica virtual y la lógica real del sistema, para lo cual dentro del OB principal de la CPU, se enlazaron las variables utilizadas dentro de la librería Global del CPU con las utilizadas en el código HTML.

Gestión de variables

Se establecieron variables definidas por el usuario, estas variables son las que se enlazan con la programación instituida en el diagrama de contactos del PLC.

Se ha llamado la lógica virtual del PLC contenido en del código HTML a través de un enlace tipo `Request.Index.HTML`. Para el intercambio de datos. Para esto se definió un bloque de ins-

trucción que inicializa el web server del CPU y enlaza la comunicación entre las variables del controlador y las del código HTML.

La figura 2 da una vista completa de la arquitectura del sistema aplicada como solución de implementación, la cual se detalla sus acciones a continuación.

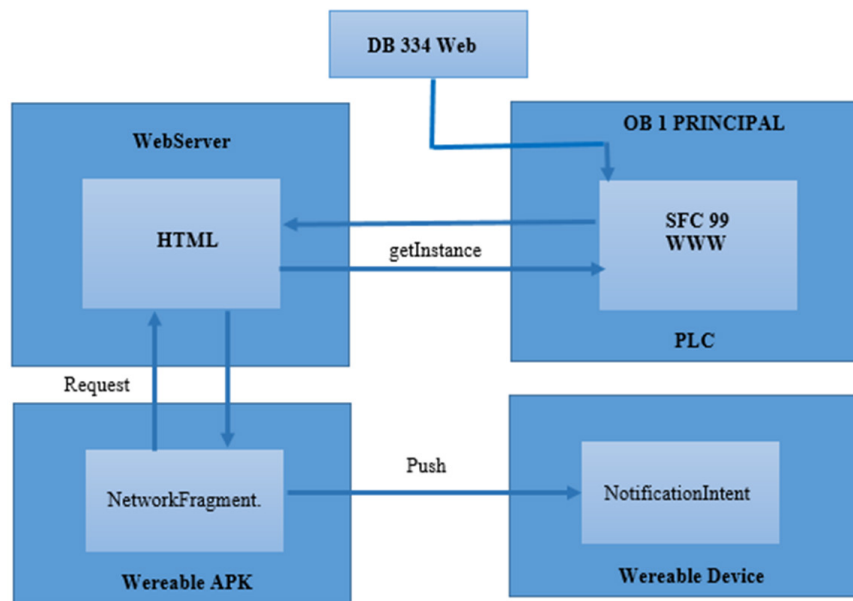


Figura 2. Arquitectura del sistema
Fuente: El Autor

Dentro de la configuración de la CPU del PLC son establecidas las parametrizaciones Ethernet con su dirección IP y las propiedades de servidor web del dispositivo, integrando de esta manera el directorio HTML de la página web definida para funciones de control con el PLC.

Estas parametrizaciones HTML, mostradas en la "TABLA I", componen la página web que se mostrará como base de información wearable App, esto permite utilizar varias veces las variables configuradas para todos los dispositivos inteligentes incluso las variables asociadas con el código HTML.

Tabla 1. Protocolo de transferencia de hipertexto

HTTP Request HEADER		Value
Accept	=	text/html,application/xhtml+xml,application/xml,*/*'
Accept-Encod- ing	=	APK',*/*'
Accept-Lan- guage	=	Grandle', InteligentID', */*'
Connection	=	Keep-Alive, Real_Time', */*'
Cookie	=	siemen_ad_session0o6TG- JKK3343267sdf=='
Host	=	192.168.10.1
Referer	=	hhttps://192.168.10.1/awp/ Wereable_APK.html'
User_Agent	=	Android 24.0'

Fuente: El Autor

A. Variables de Control de Proceso

Para el caso de aplicación, dentro del proceso de dosificado de polvo, las principales variables del proceso se representan en el dispositivo wereable en tiempo real, permitiendo conocer su valor de estado en el dispositivo portable. La fig.3 muestra la visualización de una variable en el dispositivo.

B. Variables de Puesta en Marcha y Calibración

Las variables de puesta en marcha y calibración definidas para la aplicación Android se entienden como una página web con una sintaxis de comando adicional (comandos AWP) que se puede usar para acceder a un PLC con interfaz Ethernet para la calibración del controlador desde el dispositivo portable.

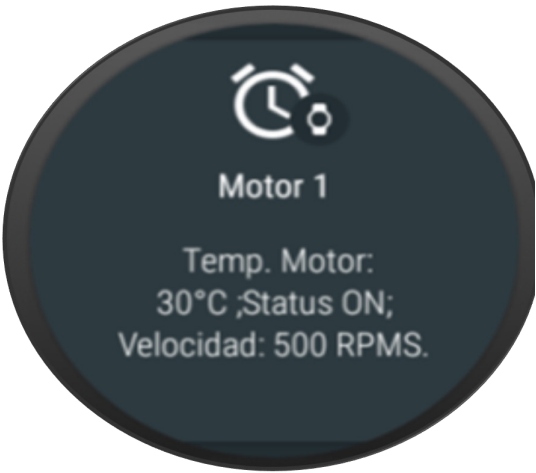


Figura 3. Visualización de variable en proceso
Fuente: El Autor

Los parámetros de funcionamiento del proceso tanto los establecidos como los reales se muestran en la Figura 4.



Figura 4. Puesta en marcha y calibración
Fuente: El Autor

A. Notificación Eventos y Alarmas.

Los procesos industriales farmacéuticos que demandan altos estándares de esterilidad e inocuidad en sus operaciones, conocer de una manera rápida y eficaz donde está localizada la falla a través de notificaciones y alarmas permiten actuar dentro de las condiciones de las variables

de proceso críticas a controlar, para que de esta forma se pueda actuar directamente en la causa raíz de la avería. Las notificaciones de alarmas son de prioridad dentro de un proceso para la reducción de tiempo, estas señales llegan al dispositivo wearable, como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Notificación de una alarma
Fuente: El Autor

La realización de estas pruebas permitió validar y realizar varios ajustes con respecto a la funcionalidad del sistema implementado, realizando una prueba de la aplicación en el proceso de dosificado de productos inyectables estériles de una industria farmacéutica, donde el operador responsable de la calibración y puesta en marcha del sistema automatizado no se encuentra de manera permanente en el área estéril, debi-

do a que se debe conservar criterios de buenas prácticas de manufactura y mantener la calidad del aire y flujo laminar dentro del área productiva. De suscitarse una falla, el operador debe actuar de manera oportuna para evitar tiempos muertos en la operación, la fig.6 muestra la ruta que normalmente realiza el operador, para el ingreso al área estéril después de cumplir los protocolos de sanidad requeridos.



Figura 6. Ruta de ingreso al área estéril

Para este caso de estudio se diseñó una aplicación para dispositivos wearable que permite la interacción del operador y el sistema PLC operando como HMI wearable. En este estudio el dispositivo wearable con el que el operador interactúa y controla de manera remota que acciones debe llevar a cabo el PLC, mediante la app.

Por medio de un dispositivo wearable con sistema operativo Android, en donde se implementó una aplicación que recibe las ordenes

de control del operador y las envía al sistema de PLC mediante la conexión Ethernet

La Fig.7 muestra el esquema de flujo de la app que permite monitorear y gobernar el estado de las variables del programador en donde se pueden supervisar cualquier bit, byte o palabra deseada sean analógicos o digitales dentro de la app. Así se pueden controlar todos los diagnósticos del PLC directamente en la App con un punto de acceso inalámbrico para cualquier dispositivo móvil.

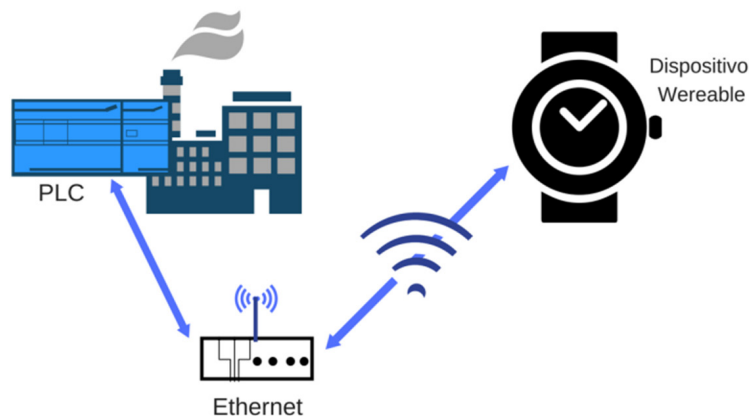


Figura 7. Esquema de flujo
Fuente: El Autor

Para este caso se encuentra viable el proyecto mediante el uso de toda la infraestructura de red de una planta sin componentes de hardware adicionales. Es decir, cada lugar de la planta donde se proporciona un acceso a la red, puede acceder a los controladores respectivos del sistema PLC.

Mediante la utilización del sistema de notificación mediante el uso de un dispositivo HMI

vestible, se pudo conocer el estado del sistema en tiempo real de forma remota a través de la wearable APK, permitiendo al operador reducir el tiempo de evaluación y puesta en marcha del equipo al suscitarse una falla dentro del sistema de automatizado como se muestra en la figura 8; comparativa donde se pudo observar la reducción de tiempo improductivo del proceso de do-

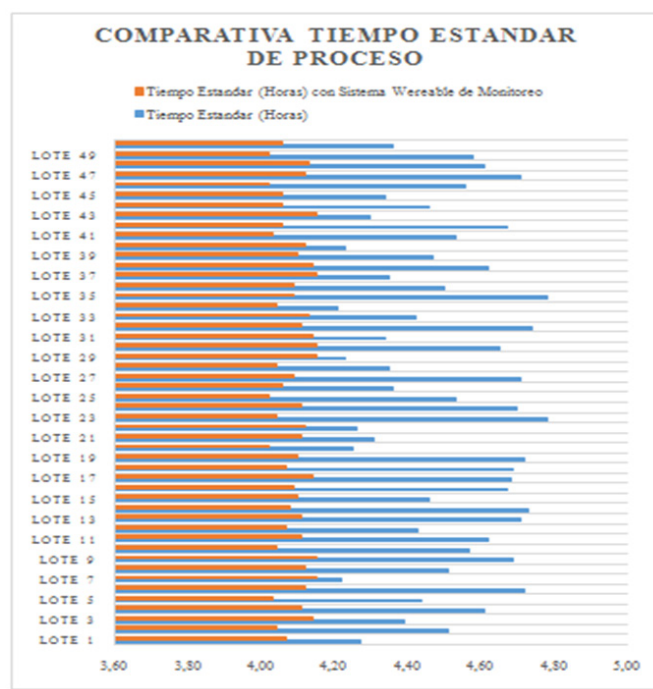


Figura 8. Datos Adquiridos
Fuente: El Autor

La gestión por monitoreo mediante dispositivos wearables incide en la disminución de tiempos improductivos del 9,3%, que implica una reducción por gestión oportuna de mantenimiento en el caso de estudio de aplicación en una planta farmacéutica en el proceso de dosificado en una zona estéril que opera de manera autónoma, pero requiere de monitoreo.

Las aplicaciones web integradas han logrado en el caso de estudio reducir 0,42 horas por lote de producción, brindando la capacidad de la evaluación, el diagnóstico y el control de los controladores a grandes distancias o dispositivos portátiles con tecnología Android.

CONCLUSIONES Y ESTUDIOS FUTUROS

En los últimos tiempos, la aparición de dispositivos electrónicos móviles capaces de manejar lenguajes HTML juntamente con la integración de tecnologías de automatización y control de los procesos ha dado lugar a un mayor desarrollo del campo industrial farmacéutico en monitoreo y operación de sus procesos.

Mediante la inclusión de tecnología de la industria 4.0 se ha realizado el control y monitoreo de un sistema PLC mediante una aplicación desarrollada para sistema operativo Android, obteniendo respuestas y un adecuado funcionamiento del sistema. Se ha podido obtener la respuesta del sistema en su monitoreo.

Como estudios futuros se puede desarrollar aplicaciones para los diferentes sistemas operativos de teléfonos inteligentes, para ampliar la

cobertura de la aplicación para iOS. Además, se ha planteado la extensión a la gestión y control de procesos de control finito en piso para plantas industriales con el propósito de que mediante la app se pueda monitorear el avance de las órdenes de producción y gestionar en la planta industrial en tiempo real.

Se puede también extender la aplicación para control y monitoreo de una planta de producción que permita alertar problemas en un proceso de producción y darle gestión oportuna aplicando criterios de Lean Manufacturing (Feld, 2000).

Otro campo aplicable es el estudio de gestión de reportes para procesos que se adapten al tiempo de respuesta que permite una comunicación a través de Ethernet.

- Ag, S. (2014). Servidor web S7-1500 Servidor web. 1-94.
- Aleksy, M., & Rissanen, M. J. (2014). Utilizing wearable computing in industrial service applications. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 5(4), 443-454. <https://doi.org/10.1007/s12652-012-0114-2>
- Android Studio. (s. f.). Conoce Android Studio | Android Developers. Recuperado 3 de febrero de 2018, de <https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es-419>
- Cañizares, E., & Valero, F. A. (2018). Analyzing the effects of applying IoT to a metal-mechanical company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 308-317. <https://doi.org/10.3926/jiem.2526>
- computerhoy. (s. f.). Diseñan un dispositivo wearable que predice los ataques de asma | Life - ComputerHoy.com. Recuperado 7 de enero de 2018, de <https://computerhoy.com/noticias/life/disenan-dispositivo-wearable-que-predice-ataques-asma-45934>
- Digital e Innova. (2017). EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS "WEARABLES" | DIGITAL E INNOVA. Recuperado 25 de julio de 2018, de <https://digitaleinnova.wordpress.com/2017/07/09/ejemplos-de-dispositivos-wearables/>
- Feld, W. (2000). Lean Manufacturing. En *Resource Management*: Vol. 20. <https://doi.org/10.1201/9781420025538>
- Harjunkski, I. (2017). Future of control and operations in the era of industrial internet of things. En *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 40). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63965-3.50381-0>
- Li, W., & Kara, S. (2017). Methodology for Monitoring Manufacturing Environment by Using Wireless Sensor Networks (WSN) and the Internet of Things (IoT). *Procedia CIRP*, 61, 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.182>
- Luque, J. (2016). Dispositivos y tecnologías wearables. *Acta*, 18.
- Mardonova, M., Choi, Y., Mardonova, M., & Choi, Y. (2018). Review of Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry. *Energies*, 11(3), 547. <https://doi.org/10.3390/en11030547>
- Melo, Y. (2016). Métricas de rendimiento aeróbico. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Pernek, I., Kurillo, G., Stiglic, G., & Bajcsy, R. (2015). Recognizing the intensity of strength training exercises with wearable sensors. *Journal of Biomedical Informatics*, 58, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.09.020>
- Pobes Panisello, A. (1000). Wearable system for the monitoring of physical activity. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/88644?show=full>
- Prado, E. (2017). SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE ACCESO BASADO EN IOT Y SMARTPHONES Trabajo Final de Grado Presentado a la facultad de Escola Tècnica d' Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya por Eduardo de Prado Cañal En cumplimi. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Rosales, A., Fernández-Ardèvol, M., Comunello, F., Murguía, S., & Ferran-Ferrer, N. (2017). Older people and smartwatches, initial experiences. *El Profesional de la Información*, 26(3), 457. <https://doi.org/10.3145/epi.2017.may.12>
- Siemens. (s. f.). El Futuro de la Industria 4.0 - El Futuro de la Industria - Siemens. Recuperado de https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el_futuro_de_la_industria.aspx
- Verma, D. K., Rajhans, G. S., Malik, O. P., & des Tombe, K. (2014). Respirable Dust and Respirable Silica Exposure in Ontario Gold Mines. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(2), 111-116. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.843784>