

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Medición de inventario físico en las plantas de producción de una fábrica de
prendas de lona

Trabajo de graduación presentado por Julio Rafael García Bolaños para optar
al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de la
Computación

Guatemala

2013

Medición de inventario físico en las plantas de producción de una fábrica de prendas de lona

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



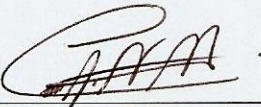
Medición de inventario físico en las plantas de producción de una fábrica de
prendas de lona

Trabajo de graduación presentado por Julio Rafael García Bolaños para optar
al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de la
Computación

Guatemala

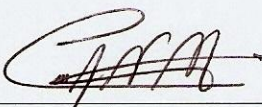
2013

Vo.Bo.

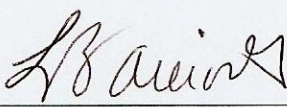
(f) 

(Ing. Carlos Iván Vargas Muñoz)

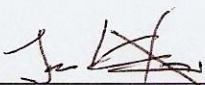
Tribunal

(f) 

(Ing. Carlos Iván Vargas Muñoz)

(f) 

(MSc. Douglas Leonel Barrios)

(f) 

(MSc. José Miguel Páez)

Fecha de Aprobación: 25 de Noviembre de 2013

PREFACIO

El presente es el informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado por mi persona en la empresa costurera KORAMSA, del 17 de julio al 1 de noviembre de 2007, cuyo fin principal es cumplir con el requisito final para optar al grado académico de Licenciado en Ciencias de la Computación.

Se ejecutaron distintas tareas durante el tiempo en que se llevaron a cabo dichas prácticas, todas relacionadas con el Departamento de Informática de KORAMSA y que aplican directamente en dicho ámbito.

Agradezco profundamente a las siguientes personas que fueron esenciales en la realización de mis prácticas profesionales en KORAMSA:

- Marlon Marroquín, Director del Departamento de Informática en KORAMSA, que brindó amablemente su permiso y concedió todos los recursos para que me desempeñara en mis labores en dicha empresa durante la realización de las prácticas.
- Ing. Carlos Iván Vargas: fue mi asesor personal posterior a la finalización de las prácticas, su ayuda fue vital en el proceso de redacción y corrección del presente informe.
- Don Álvaro González: brindó importante soporte, apoyo y guía técnica en el proyecto de Medición de Inventario Físico, tema principal del presente informe.
- Ing. Douglas Barrios: Director de Departamento de Ciencias de Computación en la Universidad del Valle de Guatemala, por su guía y ayuda para la realización exitosa del trabajo de graduación.
- Ing. José Miguel Páez: por su apoyo durante la revisión y presentación del presente trabajo de graduación.
- A mis padres y a mi hermana por su apoyo constante.

Agradezco a todas aquellas personas que me ayudaron a concluir exitosamente mi labor en KORAMSA.

CONTENIDO

PREFACIO	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTADE ILUSTRACIONES	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. OBJETIVOS	9
V. MARCO TEÓRICO	10
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	24
VII. RESULTADOS	32
VIII. DISCUSIÓN	36
IX. CONCLUSIONES	37
X. RECOMENDACIONES	38
XI. BIBLIOGRAFÍA	39
XII. ANEXOS	40

LISTA DE CUADROS

HEADCOUNT – EXCEPCIONES	32
HEADCOUNT – EXCEPCIONES (CONTINUACIÓN)	33

LISTA DE ILUSTRACIONES

CÓDIGOS DE BARRAS – LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	27
CÓDIGOS DE BARRAS – ORDEN DE PRODUCCIÓN	28
COMPARATIVO HEADCOUNT – MEDIDO VS. REAL	34

RESUMEN

El presente es un informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado por mi persona en la empresa maquiladora KORAMSA. Durante el mismo se realizaron diversas tareas para la empresa, teniendo como proyecto principal el tema que se presenta en este informe, siendo éste un sistema que permita la medición de inventario físico en las plantas de producción.

El problema a analizar y solucionar era que la empresa no contaba con un proceso formal para el control de trabajo en producción y toma de asistencia de personal en sus plantas de producción; podían haber movimientos empíricos que satisficieran el requerimiento de personal en un instante dado, y no quedaba registro de las actividades realizadas en cierta línea de producción.

Se propone el desarrollo e implementación de un sistema que servirá para obtener datos reales de las cantidades de personal y de producción instantánea (WIP, siglas en inglés de Work In Progress) en cada línea de producción de interés para la fábrica en un momento determinado, esto a través de dispositivos móviles de captura de datos. Luego, los datos serán centralizados y los mismos se podrán analizar posteriormente para la mejora de procesos internos de la compañía.

Los resultados de las pruebas proyectaron que puede existir una mejora en el control del personal y de las líneas de producción, si se implementa de manera eficaz el sistema de control descrito en esta solución. Es de suma importancia que la empresa adopte el sistema desarrollado a fin de que tengan un control adecuado de los movimientos de personal así como del trabajo que está en cada línea de producción.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa maquiladora KORAMSA se encarga de la producción de prendas de lona, y su proceso se lleva a cabo en diferentes líneas de producción, cada una especializada en ciertas tareas específicas.

El principal problema en la empresa radica en que no se puede saber con exactitud cuál es el estatus exacto de cada orden de trabajo, pues desde que entran a la cola de producción hasta que todas sus prendas están manufacturadas en su totalidad, cada prenda de lona pasa por cerca de siete u ocho procesos distintos. Debido a la gran demanda de producción, se pueden acumular las órdenes de trabajo en una línea de producción, y quedan en fila de espera para ser atendidas.

De igual forma, los supervisores de cada línea de producción pueden realizar movimientos de personal de acuerdo a las necesidades inmediatas. Esto provoca que haya descuadres en el personal que está en un momento dado en un puesto específico, causando cuellos de botella y sobrecarga de operarios.

En las prácticas supervisadas se realizó el análisis de este problema y se diseñó una solución factible utilizando los recursos con los que contaba la empresa al momento del ejercicio. Se buscó manejar de manera eficiente cada uno de los procesos y los respectivos flujos de trabajo. De esta forma se creó la solución adecuada para mejorar el control de los bienes de la empresa.

Este informe de Prácticas Supervisadas abarca el análisis, diseño y desarrollo del sistema “Captura de Datos” que tendrá como objetivo la medición del inventario físico en las plantas de producción de la empresa KORAMSA, así como del control del personal en cada línea de producción.

II. ANTECEDENTES

El problema principal de la empresa radica en la ausencia de metodologías formales para llevar el control del inventario en producción, así mismo de los movimientos de personal en cada línea de producción.

Sin embargo, existen puestos bien definidos en el esquema de producción de la empresa. La distribución física de operarios en una maquiladora es de la siguiente forma:

- Planta: es un espacio físico de un área aproximada de 20x50 metros cuadrados, similar a un hangar o una gran bodega (llamada nave), y que alberga aproximadamente entre 3 y 5 fábricas rápidas.

El personal a cargo de en una Planta es el siguiente:

- Un gerente de Planta
 - Un gerente de Producción
 - Un gerente de Control de Calidad
 - Un gerente de Recursos Humanos
 - Personal de Ingeniería y Mantenimiento
-
- Fábrica rápida: es una unidad productiva dentro de la maquiladora, y que es independiente de otras fábricas rápidas. Puede producir un único estilo de prenda a la vez, y trabajan hasta que el pedido sea finalizado en su totalidad (pedidos menores de 10 mil piezas). Una fábrica rápida está compuesta de las siguientes secciones:
 - Una mesa de tendido: usualmente 1 bodeguero, 3 cortadores y alrededor de 5 azoradores.
 - Cinco líneas de costura: de alrededor de 40 empleados cada una, dispuestos por pares
 - Una línea de costura de partes pequeñas: cerca de 15 empleados.

- Supervisión: alrededor de 3 supervisores por fábrica rápida.

De igual forma, el proceso de producción de prendas de lona está bien definido, y el mismo incluye diversas etapas, en las cuales la materia prima es la tela, por su costo y por los tratos especiales que requiere. Este es el material más importante del proceso, y en conjunto con otros materiales (cierres, botones, etiquetas, bordados, entre otros) se convierten en pantalones de lona, aunque también se producen en mucho menor escala pantalones cortos, chumpas y blusas.

Los grandes pasos para la fabricación de prendas de lona son:

- Tendido: la tela se presenta en grandes rollos, usualmente un rollo de tela característico es de hasta 4 yardas de ancho y puede tener más de 150 metros de largo. Dependiendo del tipo de tela, el peso y las dimensiones de cada rollo se alteran ligeramente. En el proceso de Tendido un rollo de tela se carga a una grúa que desenrolla la tela sobre una mesa de 20 metros de largo x 3.5 de ancho. Al llegar al final de la mesa, se desdobra un pliego más de tela sobre sí misma, pudiendo llegar a tener de 8 a 10 capas sobre una mesa. Dependiendo de muchos factores, como el tipo de tela, colores, peso, y prendas a confeccionar, el proceso de tendido puede tener variaciones como tensión de la tela al momento de tenderla, orden específico al tenderla, etcétera.
- Relajación: consiste en dejar reposar la tela para que la misma retome su tamaño original, pues en el proceso de tendido la tela en las capas inferiores se estira porque soporta el peso de la tela de las capas superiores.
- Corte: paso posterior al proceso de Tendido, se realiza en la misma mesa donde la tela ha sido tendida. Consiste en la colocación de moldes dibujados sobre papel especial, llamados patrón. El dibujo de patrones se hace por programas altamente especializados que optimizan el uso superficial de la tela, desperdiciando la menor área posible. A veces esto involucra mezclar piezas de varios tamaños o de varios modelos de prendas, con el fin de optimizar aún más la misma. El patrón típico puede llegar a utilizar hasta

un 95% de materia prima. Estos moldes serán la guía de corte de la tela para obtener cada una de las piezas independientes que formarán una prenda completa. Los moldes incluyen las siguientes piezas:

- Paneles (frontales y posteriores), que formarán las mangas del pantalón. Es importante mantener la orientación de la tela al cortar estas piezas
- Bolsillos (laterales, posteriores, monederos y otros), variando la cantidad debido al estilo de la prenda de vestir
- Otras piezas complementarias como ruedos, pretina, pasadores del cincho, son cortadas en esta etapa

Operadores especializados manejan con gran rapidez y precisión sierras industriales de mano, con las que cortan la tela siguiendo de guía los moldes. De este proceso se obtienen las piezas independientes que formarán cada pantalón y sus distintas partes.

- Azorado: proceso realizado después del corte de cada pieza, se identifica cada una con una pequeña etiqueta autoadhesiva, similar a las que rotulan los productos en las tiendas de supermercado. Cada pieza es identificada con el número de lote (código compuesto por número de contrato y por la orden de producción) que corresponde al pedido de la prenda que se va a confeccionar. Se agrega un correlativo específico con base al tipo de pieza, y la posición (frontal, posterior, etcétera) que ocupará cuando se confeccione la prenda. Las piezas son recopiladas en canastas y se llevan a la línea de costura adecuada.
- Costura: es la parte más importante del proceso y es la unión de las piezas en las máquinas de coser individuales operadas por costureros, y cuyo resultante será la prenda de vestir casi terminada en su totalidad. A excepción de detalles finales, como retoques, o algún proceso complementario, la prenda de vestir está finalmente ensamblada. Los operarios unen las partes con gran habilidad, teniendo como guías las

etiquetas del azorado y el modelo de la prenda confeccionada. Cada pieza se arma de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás.

- Partes pequeñas: este paso también involucra costura, y se agregan detalles finales a cada pieza, como los cierres, se le ponen broches, remaches, calcomanías, y diversos adornos metálicos o bordados.
- Lavandería: sigue al paso de costura, cada pieza es lavada para obtener su aspecto final y dejarla lista para la venta. Es una regla que las piezas no se pueden vender en su estado “rígido”, término que describe a la tela tal y como viene de fábrica.
- Acabados especiales: luego de esto, dependiendo del estilo de cada prenda, se pueden aplicar ciertas tareas complementarias que darán al pantalón su aspecto final. Estos procesos pueden ser:
 - Hervido de la prenda (para fijar el color)
 - Aplicación de químicos
 - Lijados y otros métodos abrasivos (como lavado con arena a presión), que permiten desgastar la tela y darle un aspecto de usado
 - Teñidos, desteñidos, daños intencionales, etcétera.
- Plancha: se marcan los dobleces de cada pantalón y se eliminan las arrugas ocasionadas durante el proceso de producción; se dan toques finales previos al empaque.
- Empaquetado: a cada pieza se le da su aspecto final y queda lista para exhibirse en mostradores y puntos de venta. El empaquetado consiste en poner cerca de 15 etiquetas a cada pieza, así como también armar cada lote con la cantidad exacta de piezas para cada estilo solicitado en base al pedido original y la orden de producción.

Aunque la empresa cuente con todos sus espacios físicos y procesos bien establecidos, se desea mejorar el control del flujo de las órdenes de trabajo y determinar su estatus exacto en un momento dado. Cabe mencionar que la solución propuesta representa una nueva metodología para llevar el control de los procesos, porque no existían métodos de control a excepción de los empíricos.

Tomando en cuenta las necesidades y los requerimientos de la empresa, el desarrollo de la solución tuvo como enfoque principal tomar una instantánea del trabajo en producción y determinar con exactitud los puestos de trabajo en un turno específico. Adicionalmente, dichos datos se desean comparar contra los valores programados a través del sistema de administración de personal y del sistema de programación de órdenes de trabajo. Con esto se podrán tener márgenes de error para saber qué tan apegada a la planificación es el trabajo real en un momento dado.

III. JUSTIFICACIÓN

Una empresa maquiladora costurera cuenta con miles de empleados trabajando en serie, cada uno especializado en una tarea serial del proceso de costura. En el año 2008, la empresa costurera KORAMSA es la maquiladora más grande de Latinoamérica, contando con más de 8 mil operarios dedicados a la elaboración de ropa de lona.

Los movimientos de personal dentro de las distintas líneas de producción son por demás complejos y son motivados por razones muy diversas. Una de las características de estos movimientos es el alto grado de empirismo de los mismos, pues los jefes de cada planta tienden a hacer movimientos de puestos de acuerdo a sus necesidades inmediatas y a su experiencia previa, con el fin de ajustar la producción a las metas especificadas diariamente.

Otra característica es la falta de control de los movimientos de personal dentro de cada planta de producción, así como la ausencia de una herramienta que permita medir la cantidad de piezas ensambladas, y procesadas en un momento determinado.

Debido a estas razones es que se hace imperativa la implementación de un proceso que se ayude con un sistema de cómputo y que permita medir la cantidad de personal en cada línea de producción en un momento dado, así como también la cantidad de materia prima en proceso de producción. El sistema deberá ser flexible y permitirá hacer mediciones instantáneas, las cuales serán reflejadas en un repositorio centralizado, el cual será utilizado para hacer un análisis de negocios sobre los datos recopilados.

Una de las características principales de este sistema es que debe manejar amplia movilidad, pues se necesita recorrer un área física muy grande de la empresa y hacer las mediciones en diferentes fábricas. De acuerdo con este criterio se tienen dispositivos móviles, que permitirán la captura de la información de manera ágil. Se desea posteriormente centralizar esta información para su respectivo análisis.

La empresa ya contaba con el equipo necesario para la captura de datos, pues tenía dispositivos digitales empresariales (EDA por las siglas en inglés de Enterprise Digital Assistant). La marca y modelo de los dispositivos es Opticon PHL-7100, los mismos están provistos de sistema operativo Windows CE .NET versión 4.2. Se busca entonces crear una aplicación que pueda capturar los datos y almacenarlos temporalmente en una base de datos local, a través de los diferentes métodos de entrada del dispositivo, principalmente el lector de código de barras y la pantalla táctil.

IV. OBJETIVOS

A. Generales:

1. Proveer a KORAMSA de una herramienta capaz de medir de manera precisa y eficaz el inventario físico en sus plantas de producción
2. Establecer de manera rápida y eficiente el movimiento de personal clave para la manufactura de prendas de lona
3. Implementación de un programa para dispositivos móviles que permita la ágil captura de datos.
4. Sintetizar mediante un repositorio centralizado todos los datos que permitan el posterior análisis de datos para la evaluación gerencial del negocio.

B. Específicos:

1. Aplicar los conocimientos adquiridos con antelación, tanto de carácter teórico (aquellos aprendidos en los cursos de la Ingeniería en Sistemas), como prácticos (aquellos asimilados en experiencias laborales previas).
2. Generar un programa apto para la evaluación de inventarios, movimiento de personal y reingeniería de procesos utilizando para ello tecnología Microsoft .NET, luego de la recopilación de requerimientos, definición y análisis del problema.
3. Diseñar e implementar el sistema de captura de datos para dispositivos móviles con Windows CE, que permita la sincronización de datos con el repositorio centralizado.
4. Analizar y verificar luego de la fase de pruebas la robustez del sistema de repositorio centralizado.
5. Realizar las acciones correctivas pertinentes (rediseño que permitan la verificación del sistema de repositorio centralizado).
6. Escribir mediante un registro todas las acciones realizadas que provean al sistema de calidad de datos de trazabilidad.

V. MARCO TEÓRICO

A. Dispositivos móviles

Un dispositivo móvil, también conocido como computadora de mano (del inglés Handheld) es un dispositivo de cómputo, que típicamente contiene una pantalla de despliegue con entrada táctil y/o un teclado en miniatura, y que pesa menos de dos libras. En la actualidad existe un amplio mercado de empresas que manufacturan estos dispositivos, como lo son Nokia, Samsung, Apple, HTC, LG, RIM, y Motorola, entre otras compañías.

Una computadora manual portátil tiene un sistema operativo y puede ejecutar diversos tipos de aplicaciones de Software. La mayoría de dispositivos pueden estar equipados con redes como Wi-Fi (red inalámbrica tipo local), Bluetooth (red de radio de corta distancia) y GPS (dispositivo de geo posicionamiento global), lo que le permite interconectar el dispositivo a Internet, y a otros equipos como dispositivos Bluetooth (por ejemplo impresoras, automóviles o audífonos). Una cámara y un reproductor multimedia para video y música generalmente son encontrados en estos dispositivos, también incluyendo una fuente de poder estable como lo es una batería de litio.

Los primeros dispositivos portátiles, del tamaño de un bolsillo, empezaron a aparecer a finales de la década de los años 1990, y a finales de la década del dos mil se unieron a la oferta las computadoras llamadas "tabletas". Como la mayoría de los dispositivos digitales de asistencia personal (PDA, siglas en inglés de Personal Digital Assistant), la entrada y salida de los dispositivos móviles modernos están incluidos y combinados en una pantalla táctil.

Los teléfonos inteligentes y los asistentes personales son populares entre aquellos que quieran utilizar la conveniencia de un equipo de cómputo convencional en ambientes donde llevar uno de éstos no sea práctico. Los dispositivos digitales empresariales pueden extender la funcionalidad disponible para su uso en los negocios, ofreciendo al usuario

la captura de datos integrada en el dispositivo, como lectores de códigos de barras, tarjetas inteligentes e identificación de Radio frecuencias.

B. Dispositivos digitales empresariales

Los dispositivos digitales empresariales nacieron de los asistentes digitales personales, y su adaptación se popularizó en la pequeña y mediana empresa, como un dispositivo móvil de captura de datos.

A través de los años, las aplicaciones empresariales han crecido para incluir la recolección de datos utilizando códigos de barras, además de otras tecnologías como las redes locales inalámbricas (WLAN por sus siglas en inglés), comunicación a través de redes GPRS, biométricos, cintas magnéticas, tarjetas inteligentes e identificación de radio frecuencias.

Los dispositivos digitales empresariales también son conocidos como dispositivos móviles de captura de datos o terminales de lote. Tienen diversos usos en el campo de los negocios: manejo de almacenamiento, control de inventario y el campo de los servicios, por mencionar algunos. Los dispositivos digitales empresariales son al sector comercial como los asistentes digitales personales son al sector doméstico, permitiendo a las aplicaciones empresariales combinar un dispositivo portátil con sus requerimientos de recolección de datos.

Tal y como funciona con los asistentes personales, los asistentes empresariales incluyen una pantalla táctil, una tarjeta de expansión de memoria, redes Bluetooth y WiFi; sin embargo es muy probable que los segundos posean diversos métodos de entrada. Algunos dispositivos móviles empresariales cuentan con la capacidad de extender su funcionalidad a través de accesorios que se adaptan al dispositivo original, como lo son antenas o cargas extra de batería.

Los dispositivos empresariales están disponibles en una gran variedad de plataformas y sistemas operativos, siendo los más populares WindowsCE, Windows Mobile, Windows PocketPC, Windows XP Tablet Edition, diversas versiones de Linux, Palm, y algunas versiones de sistemas operativos propietarios.

Las fronteras entre las distintas categorías de dispositivos se pueden ver poco diferenciadas, sin embargo, los dispositivos empresariales ofrecen una operación constante de largo plazo (al menos 8 horas). Estos dispositivos ofrecen mayor resistencia a los golpes y caídas y tienen un índice de protección contra intrusión más alta. Este último índice es conocido por el grado de resistencia o de protección provista de los dispositivos contra la intromisión de objetos externos (incluyendo partes corporales como manos y dedos), polvo, contacto accidental y agua. Un dispositivo digital empresarial está diseñado para resistir el trabajo diario en condiciones hostiles o peligrosas. Mientras que un dispositivo digital personal está diseñado para un uso individual, los dispositivos digitales empresariales están diseñados para ser manejados por varios miembros del personal de la empresa y su uso primordial son las aplicaciones corporativas

C. El .NET Framework y el .NET Compact Framework

El .NET Framework es una capa abstracta de funcionalidad, desarrollada por la empresa Microsoft, que se ejecuta primordialmente en sistemas operativos Microsoft Windows. El .NET Framework es una amplia librería que está disponible para diversos lenguajes de programación, cada uno de los cuales puede invocar a las funcionalidades de la misma librería. Esta librería provee acceso programático a diversas funcionalidades de bajo nivel del sistema operativo, como lo es el acceso a seguridad, manejo de memoria, manejo de errores, entre otros. Los programas escritos para .NET Framework se ejecutan en un ambiente de software separado del hardware, conocido como Ejecución de Lenguaje Común (CLR siglas en inglés de Common Language Runtime), el cual es una máquina virtual; ésta es una capa aislada del hardware.

La librería base del .NET Framework provee funcionalidades como interfaz de usuario, acceso a archivos, conectividad a base de datos, cifrado (criptografía), desarrollo de aplicaciones web, algoritmos numéricos y comunicación de redes. Los programadores pueden producir aplicaciones combinando su propio código fuente con el .NET Framework y otras librerías. El .NET Framework se diseñó para utilizarse en la mayoría de plataformas creadas por Microsoft Windows.

Las características del diseño del .NET Framework son:

- **Interoperabilidad:** como los sistemas de computación requieren la interacción entre las aplicaciones nuevas con las antiguas, el .NET Framework provee mecanismos para acceder funcionalidad implementada en viejos programas de computación que fueron escritos fuera del .NET Framework.
- **Máquina virtual de Ejecución de Lenguaje Común (Common Language Runtime):** esta capa se encarga de la ejecución de todos los programas escritos para el .NET Framework, lo que garantiza ciertas propiedades y comportamientos en la administración de memoria, seguridad y manejo de errores.
- **Independencia de lenguaje:** esta librería introduce un sistema común de tipos, lo que define todos los tipos de datos y estructuras soportadas por el .NET Framework. Es por esta característica que se soporta el intercambio de tipos e instancias de objetos entre librerías y aplicaciones escritas en diferentes lenguajes .NET.
- **Clases base de la librería:** es un juego de funcionalidades disponibles a todos los lenguajes que utilizan el .NET Framework. Éstas son clases que encapsulan un conjunto común de funcionalidades, incluyendo lectura y escritura de archivos, despliegue gráfico, interacción con bases de datos, manipulación de documentos XML, entre otros. Consiste de clases, interfaces y tipos de datos reutilizables que se integran dentro del CLR.
- **Publicación simplificada:** el .NET Framework incluye características de diseño y herramientas que permiten la instalación de aplicaciones nuevas sin que estas interfieran con las aplicaciones previamente instaladas.

- Seguridad: existe protección de las aplicaciones a través de una capa llamada modelo de seguridad de aplicaciones, por ejemplo, cada aplicación se ejecutará aisladamente en su propio ambiente, a menos que deba interactuar con otras.
- Portabilidad: esta librería está diseñada para ser soportada por diversas plataformas del Microsoft Windows, sin embargo, como Microsoft ha publicado los estándares del Framework, existen terceros que están implementando el Framework en otras plataformas.

El .NET Compact Framework es una versión reducida de las librerías originales del .NET Framework, y cuyo objetivo es proveer la funcionalidad para versiones de dispositivos móviles, específicamente en dispositivos basados en Windows CE, abarcando equipo como asistentes digitales personales, dispositivos digitales empresariales y teléfonos inteligentes. Esta versión reducida está diseñada para ejecutarse en dispositivos con recursos reducidos, especialmente los equipos móviles.

El .NET Compact Framework utiliza algunas de las mismas clases base de la versión completa del .NET Framework, y además incluye otras funcionalidades diseñadas específicamente para dispositivos móviles. Sin embargo, las librerías no son una copia exacta del .NET Framework original, sino que están reducidas para ocupar menos espacio. La interfaz de usuario está basada en Formas de Windows para dispositivos móviles. Sin embargo una de las desventajas de este alcance es que las formas están orientadas a un despliegue gráfico tipo escritorio, lo que hace que las aplicaciones basadas en pantallas táctiles y navegación usando los dedos no sean tan fáciles de implementar.

Para ser capaz de ejecutar una aplicación escrita en .NET Compact Framework, el dispositivo debe ser capaz de soportar la máquina compacta de ejecución de lenguaje común (.NET Compact Framework CLR). Algunos sistemas operativos ya incluyen el .NET Compact Framework, por ejemplo el Windows CE 4.1, Pocket PC 2002, Smartphone 2003 y Symbian v3.

D. Servicio Web

Un servicio Web es un método de comunicación entre dos dispositivos electrónicos a través de una red, usualmente la Red informática mundial (World Wide Web). Un servicio Web es una función de software provista a través de una dirección de la red; este es un servicio que estará “siempre disponible”, bajo el concepto de disponibilidad informática.

Es servicio Web es un segmento de software diseñado para soportar interoperabilidad e interacción máquina a máquina a través de una red. Tiene una interfaz descrita en un formato capaz de ser procesado por una máquina (específicamente el lenguaje WSDL, de las siglas en inglés Web Service Discovery Language o Lenguaje de descubrimiento de Servicio web). Otros sistemas interactúan con el servicio Web de la manera descrita por el lenguaje de descubrimiento, utilizando mensajes SOAP (Simple Object Access Protocol, Protocolo de Acceso simple a Objetos, que es una especificación para intercambiar estructuras de información a través de redes de computación, y que se base en documentos XML). Típicamente los mensajes viajan a través de hipertexto y encapsulados en documentos con estándar XML. Un tipo de servicios Web, los arbitrarios, son utilizados para exponer un conjunto arbitrario de funcionalidades y de operaciones.

Los servicios basados en XML y que utilizan SOAP son los más populares en las empresas. En estos sistemas, existe una descripción de las operaciones provistas por el Servicio web, cuya definición es capaz de ser leída por una máquina. Esta definición está escrita usando el Web Service Discovery Language, WSDL. Este último no es un requerimiento final de SAOP pero es un prerequisite para la generación automática de código en muchos Frameworks, como lo son Java y .NET. Framework; existiendo pocas excepciones a estos estándares.

Existen métodos automáticos de diseño que pueden ayudar a la creación de un Servicio web. Para servicios que utilizan WSDL es posible generar automáticamente el lenguaje a partir de clases existentes, o generar un esqueleto de clases a partir de un WSDL existente.

Un desarrollador que utiliza el primer método implementa sus clases en un lenguaje de programación y luego utiliza una herramienta de generación de WSDL para exponer estos métodos desde las clases, creando un servicio Web. Esta estrategia es sencilla pero resulta difícil mantener las clases originales, que están sujetas a cambios de forma frecuente.

En cambio, un desarrollador que utilice el segundo método escribe el documento WSDL primero y luego usa una herramienta para producir el esqueleto de las clases, para ser completado como se requiera. Este método es generalmente más difícil pero produce resultados más limpios, y es más resistente al cambio. Siempre y cuando no cambie el formato de los mensajes entre el emisor y el receptor, esto no afectará al servicio Web. Esta técnica también es llamada la del “contrato primero” porque el WSDL es el punto de partida.

E. Servicios Web ASP.NET

Un servicio Web ASP.NET se basa en XML y en WSDL y permite intercambiar datos en forma de mensajes SOAP entre sistemas heterogéneos. El servicio Web se crea utilizando el entorno de aplicación ASP.NET, lo que permite a estos tener acceso a numerosas características de .NET Framework. Aunque la generación del lenguaje de descubrimiento se hace de forma automática desde el ambiente de desarrollo, este se realiza a través de una herramienta del .NET Framework llamada Web Services Description Language Tool (Wsdll.exe). Esta herramienta genera el código para los servicios Web basados en XML, como lo son los contratos de WSDL, esquemas y documentos de descubrimiento.

F. Base de Datos:

Una base de datos es una colección de datos organizados. Los datos son típicamente estructurados para modelar aspectos relevantes de la realidad en una forma en la que soporte a los procesos que requieran esa información. Por ejemplo, al modelar la disponibilidad de cuartos en un hotel es una manera de soportar el proceso de encontrar vacantes en el hotel.

Los sistemas de administración de bases de datos (DBMS por sus siglas en inglés) son aplicaciones especialmente diseñadas para interactuar con el usuario, otras aplicaciones y la base de datos en sí misma, para capturar y analizar información. Una aplicación de administración de bases de datos de propósito general es un sistema de software que permite la definición, creación, consulta, actualización y administración de las bases de datos. Entre los sistemas ampliamente conocidos como manejadores de bases de datos tenemos MySQL, PostgreSQL, SQLite, Microsoft SQL Server, Oracle, SAP, dBASE, FoxPro, IBM DB2, LibreOffice Base, entre otros. Una base generalmente no es portable entre los diferentes manejadores, pero diferentes manejadores pueden utilizar estándares, tales como SQL (Standard Query Language), ODBC (Open Database Connectivity) o JDBC (conectividad para lenguaje Java) para permitir a una aplicación trabajar con más de un manejador de base de datos.

Formalmente, el término "base de datos" se refiere a los datos y a las estructuras de apoyo. Las bases de datos se crean para operar grandes cantidades de información mediante la introducción, almacenamiento, recuperación y gestión de la información. Las bases de datos están configuradas de modo que un conjunto de programas de software proporcione a todos los usuarios con acceso a todos los datos.

Un "sistema de gestión de base de datos" (DBMS por sus siglas en inglés) es un conjunto de software que proporciona la interfaz entre el usuario y una base de datos o bases de datos. Debido a que están tan estrechamente relacionados, el término "base de datos" cuando se usa informalmente a menudo se refiere tanto a un manejador y los datos que manipula. Fuera del mundo de la informática profesional, el término base de datos se utiliza a veces de forma informal para referirse a cualquier colección de datos (por ejemplo una hoja de cálculo, incluso un archivo).

Las operaciones atendidas por la mayoría de manejadores de Bases de Datos existente se clasifican en cuatro grupos principales:

- Definición de los datos, definición de nuevas estructuras de datos para una base de datos, la eliminación de estructuras de datos de la base de datos, la modificación de la estructura de los datos existentes.
- Actualización, inserción, modificación y eliminación de los datos.
- Recuperación, que es la obtención de información, ya sea para las consultas de los usuarios finales y los informes o para procesar aplicaciones.
- Administración, registro y seguimiento de los usuarios, seguridad de datos, el monitoreo del desempeño, mantener la integridad de los datos, control de concurrencia y recuperación de la información si el sistema falla.

Un manejador de Bases de Datos se ha convertido en un sistema de software complejo y su desarrollo suele requerir miles de personas y de muchos años de esfuerzos de desarrollo. Algunos manejadores de propósito general como Adabas, Oracle y DB2 han sido sometidos a mejoras desde 1970. Los manejadores de propósito general tienen como objetivo satisfacer las necesidades de tantas aplicaciones como le sea posible. Sin embargo, el hecho de que su costo de desarrollo puede ser distribuido entre un gran número de usuarios significa que a menudo son más rentables. Sin embargo, un manejador de propósito general no es siempre la solución óptima: en algunos casos un manejador de propósito general puede introducir una sobrecarga innecesaria. Por lo tanto, hay muchos ejemplos de sistemas que utilizan bases de datos de propósitos especiales. Un ejemplo común es un sistema de correo electrónico: los sistemas de correo electrónico están diseñados para optimizar el manejo de los mensajes de correo electrónico, y no necesitan una parte significativa de la funcionalidad de un manejador de bases de datos.

Muchas bases de datos tienen aplicaciones que acceden a la misma en nombre de los usuarios finales, sin exponer la interfaz directamente, por ende protegiendo y dando una capa de seguridad. Los programadores de aplicaciones pueden usar un protocolo de conexión directa, o más probablemente a través de una interfaz de programación de aplicaciones. Los diseñadores de bases de datos y administradores de bases de datos interactúan con el manejador a través de interfaces dedicadas para construir y mantener la

bases de datos, por lo que necesitan un poco más de conocimiento y la comprensión sobre cómo funcionan los manejadores, sus interfaces externas y los parámetros de ajuste.

El manejador de bases de datos relacionales Oracle, comúnmente referido solamente como “Oracle”, es un administrador de bases de datos relacional. Fue fundado en 1977 por Larry Ellison, Bob Miner y Ed Oates. Es uno de los más populares manejadores de bases de datos que existen en el mercado, altamente seguro y confiable. Una base de datos Oracle se compone de varias instancias de procesos ejecutándose en un servidor, como lo son procesos de monitoreo, manejo de memoria, entre otros. Oracle puede almacenar y ejecutar procedimientos almacenados y funciones. La extensión del lenguaje SQL de Oracle se llama PL/SQL y la compañía es propietaria de la misma. Los lenguajes de programación de alto nivel, como Java, pueden acceder a estos objetos, ejecutarlos y además crear nuevos. El almacenamiento en Oracle se hace a través de particiones especiales que se llaman “espacios de tablas” (del inglés tablespaces). Estos son almacenados en el sistema operativo directamente como archivos, o como particiones separadas.

Microsoft SQL Server es un manejador de bases de datos relacionales, desarrollado por Microsoft. Antes de la versión 7.0 el código base de MS SQL Server era vendido por Sybase SQL Server, Microsoft lo compró para poder ingresar al mercado de bases de datos, y así competir contra Oracle, IBM y posteriormente el mismo Sybase. La primera versión de SQL Server de Microsoft fue la 4.2 que salió a la venta alrededor del año 1992, y estaba disponibles para el sistema operativo de IBM OS/2. Más tarde la versión SQL Server 4.21 para Windows NT salió a la venta, junto con el sistema Operativo Windows NT 3.1. La versión 6.0 fue la primera de SQL Server diseñada enteramente para NT y no incluyó ninguna directiva de Sybase. Hasta 1994 SQL Server incluía al menos 3 noticias de acuerdo legal que vinculaban su origen a Sybase. En el año 2000, las versiones SQL Server 7.0 y SQL Server 2000 aún incluían modificaciones del código original de Sybase, y para el año 2005 la versión de ese mismo ya todo el código original de Sybase había sido reescrito. Desde la versión de SQL Server 2000 se introdujeron avances en el desempeño, las herramientas de administración del cliente y se incluyeron diversas herramientas y sistemas

complementarios, como lo son: la herramienta de Extracción, Transformación y Carga (ETL), un servidor de reportes y minería de datos.

Existe una versión de Microsoft SQL Server especializada para dispositivos móviles, como lo es SQL CE (Compact). A diferencia de otras versiones de SQL Server, el motor de CE está basado en SQL Mobile (inicialmente diseñado para dispositivos de mano) y no comparten los mismos binarios. Debido a su tamaño reducido (el ejecutable ocupa 1 Megabyte) tiene un subconjunto muy reducido de funcionalidades comparada con otras ediciones. Es así que soporta una cantidad reducida de tipos de datos de los originales, no soporta procedimientos almacenados ni vistas o instrucciones en lotes, entre otras limitantes. Está limitada a un máximo de 4 Gigabytes de capacidad por base de datos y no puede ejecutarse como un servicio de Windows, esto indica que CE debe ser hospedada por la aplicación que la utiliza. La versión 3.5 incluye soporte para servicios de sincronización ADO.NET. SQL CE no soporta la conectividad ODBC, como sí lo hace la versión completa.

G. Red inalámbrica de área local (WLAN)

Una red inalámbrica de área local es un enlace entre dos o más dispositivos, utilizando algún método de distribución inalámbrica (típicamente distribución de espectro o radio ortogonal de distribución). Es utilizada para proveer conexión a través de un punto de acceso a otra red mayor, usualmente el Internet. Esto otorga a usuarios la factibilidad de movilizarse dentro del radio de cobertura del punto de acceso y aún permanecer conectados a la red. Las redes inalámbricas modernas están basadas en el estándar IEEE 802.11, que es comercializado bajo el nombre de “Wi-Fi”.

Las redes inalámbricas se han vuelto populares en los hogares debido a lo sencillo de su instalación y en los complejos comerciales que ofrecen acceso inalámbrico a sus clientes, usualmente de forma gratuita. La ciudad de Nueva York tiene un programa piloto cuya iniciativa es proveer de acceso inalámbrico a todos los trabajadores estatales.

La primera red inalámbrica fue desarrollada por Norman Abramson, profesor de la Universidad de Hawái, que en 1971 conectó siete computadores a un central sin utilizar cables. Usó radios de bajo costo para este cometido. Luego, en 1979, se publicaron los procedimientos de una red experimental local que utilizaba comunicación infrarroja difusa.

Los primeros módems de datos inalámbricos fueron desarrollados a inicios de los años ochentas por grupos de radioaficionados. Ellos agregaron un módem de datos inferior a los 9600 baudios por segundo a un sistema de radio de onda corta, similar a un “walkie-talkie”. La segunda generación de módems inalámbricos fue desarrollada luego que la Comisión Federal de Comunicaciones anunció la liberación de anchos de banda experimentales para usos no militares. Estos módems proveían tasas de datos en el orden de los miles de Kilobytes por segundo. La tercera generación de módems inalámbricos se enfocó en la compatibilidad con las redes locales cableadas existentes, con tasas de intercambio de datos en el orden de los Megabytes por segundo.

Para 1991 los primeros productos enfocados en las redes inalámbricas empezaron salir al mercado, y el grupo del estándar IEEE 802.11 iniciaron actividades para desarrollar un estándar para las redes inalámbricas. Para 1996 la tecnología estaba relativamente madura. Las redes inalámbricas eran ampliamente usadas en el mercado, como hospitales, casas de bolsa y en edificios universitarios, para permitir el acceso y la movilidad. Se crearon puentes de acceso de área local, redes inalámbricas puras y otras alternativas.

El equipo utilizado en las redes inalámbricas inicialmente presentaba un alto costo, lo que hacía que las redes inalámbricas fuesen utilizadas solamente en aquellas situaciones en las que el cableado era difícil o imposible. Al principio existían soluciones propietarias de cada compañía que desarrollaba la tecnología inalámbrica, pero con el tiempo fueron reemplazados con estándares, especialmente las diversas versiones del estándar IEEE 802.11. Los estándares más exitosos que han surgido son el 802.11a (5 Gigahercios) y el 802.11g (2.4 Gigahercios). En 2009 el estándar 802.11n fue agregado al 802.11. Operan tanto en las bandas a, g con su máxima tasa de envío de 300 Megabits por segundo. La mayoría de los enrutadores inalámbricos modernos son capaces de utilizar ambas bandas

inalámbricas; por eso son conocidos como “banda dual”. Esto permite a los dispositivos utilizar el ancho de banda de 5 Gigahercios y así evitar la sobrecargada banda de los 2.4 Gigahercios, la cual es compartida con dispositivos Bluetooth y hasta con microondas. La banda de los 5 Gigahercios es más ancha que la de los 2.4 y por ende permite más canales y una mayor cantidad de dispositivos que compartan este espacio.

Existen dos tipos de redes inalámbricas, según el estándar IEEE 802.11: las redes que operan en modo “ad hoc” y las que operan en modo “infraestructura”. El primer modo permite que los dispositivos móviles se comuniquen directamente entre sí, mientras que en el segundo modo las unidades móviles se comunican a través de un punto de acceso que hace las veces de un puente hacia otras redes (como una red de área local o el Internet).

Como las redes inalámbricas son un medio más abierto de comunicación, en comparación a las redes privadas, los diseñadores del comité IEE 802.11 incluyeron algoritmos de cifrado: WEP (Wired Equivalent Privacy por sus siglas en inglés), el cual es inseguro en la actualidad; Wi-Fi Protected Access (WPA, WPA2), para asegurar las redes inalámbricas. Muchos puntos de acceso proveen la tecnología WPS (Wi-Fi Protected Setup), un método para conexión rápida en una red cifrada, aunque ahora este método es inseguro.

Otros usos populares de las redes inalámbricas son en modo puente (Bridge), modo repetitivo (Roaming) y sistema de distribución inalámbrica (Wireless Distribution system).

H. Código de barras

El código de barras es un código basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información, es decir, las barras y espacios del código representan pequeñas cadenas de caracteres. De este modo, el código de barras permite reconocer rápidamente un artículo de forma única, global y no ambigua en un punto de la cadena logística y así poder realizar inventario o consultar sus características asociadas

La correspondencia o mapeo entre la información y el código que la representa se denomina simbología. Estas simbologías pueden ser clasificadas en grupos atendiendo a dos criterios diferentes:

- Continua o discreta: En las simbologías continuas los caracteres comienzan con un espacio y en el siguiente comienzan con una barra (o viceversa). Sin embargo, en las simbologías discretas los caracteres comienzan y terminan con barras y el espacio entre caracteres es ignorado y generalmente de poca anchura.
- Bidimensional o multidimensional: En las simbologías bidimensionales las barras pueden ser anchas o estrechas. Sin embargo, las barras en las simbologías multidimensionales son múltiplos de una anchura determinada (X). De esta forma, se emplean barras con anchura X , $2X$, $3X$, y $4X$.

La primera patente de código de barras fue registrada en octubre de 1952 por los inventores Joseph Woodland, Jordin Johanson y Bernard Silver en Estados Unidos. La implementación fue posible gracias al trabajo de los ingenieros Raymond Alexander y Frank Stietz. El resultado de su trabajo fue un método para identificar los vagones del ferrocarril utilizando un sistema automático. Sin embargo, no fue hasta 1966 que el código de barras comenzó a utilizarse comercialmente y no tuvo un éxito comercial hasta 1980.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

- Computadora personal: para el desarrollo del sistema se utilizó una computadora personal Dell Optiplex GX280 con procesador Intel Pentium IV de 3 Gigahercios, con un total de 1,280 Megabytes de Memoria RAM, y sistema operativo Windows XP Professional con Service Pack 2. En esta computadora se llevó a cabo toda la programación del sistema y las pruebas de sincronización entre el dispositivo móvil y la base de datos.
- Servidor Web: se utilizó un servidor con Windows 2000 y ASP.NET Framework 2.0 que albergará los Servicios Web necesarios para sincronización entre los dispositivos móviles y el repositorio central. Al servidor en cuestión se le agregó la funcionalidad del componente Web Internet Information Server (IIS). Se instaló el módulo llamado ASP.NET 2.0, y se configuró de forma que fuese capaz de soportar los servicios Web de sincronización de datos.
- Servidor de Base de Datos: se utilizó el servidor de base de datos corporativo, que contaba con el manejador de bases de datos relacional Oracle, en su versión 9i. Se tuvo acceso a tablas de Headcount y Wip para sincronizar los datos de los dispositivos móviles.
- Dispositivo móvil empresarial: la empresa contaba con los dispositivos Opticon PHL-7100, con sistema operativo Windows CE 4.2 y .NET Compact Framework 1.1. Se instalaron paquetes extra, como lo eran el SQL CE como manejador de bases de datos en el dispositivo móvil, además del .NET Compact Framework 2.0. Este dispositivo contaba con pantalla táctil, teclado numérico, lector unidimensional de luz roja de código de barras, y acceso a red inalámbrica WiFi tipo b/g.

- Herramienta de desarrollo Microsoft Visual Studio .NET 2005: se utilizó esta herramienta de desarrollo que estaba registrada en la empresa y además era necesaria para la creación del servicio Web de sincronización y de la aplicación móvil de “Captura de Datos”, a través del .NET Compact Framework 2.0.
- Emuladores de Windows CE y Windows Mobile: a fin de poder implementar la solución específica para dispositivos móviles, se instalaron una serie de emuladores que se integraban al Visual Studio .NET 2005, de esta forma era posible el desarrollo de aplicaciones orientadas al .NET Compact Framework y cuyo objetivo era el .NET Compact Framework versión 2.0.
- Documentación en línea y referencias en Web de desarrollo: se accedió a la librería MSDN de Microsoft que es la documentación oficial de Visual Studio y del .NET Framework, así como a blogs y páginas de desarrollo de .NET.

B. Metodología:

Como metodología de desarrollo del proyecto se escogerá el modelo de desarrollo de software por prototipos. Este modelo es el que más se adecua a las necesidades del proyecto por sus características, pues cada prototipo se crea con rapidez y evoluciona de acuerdo a las necesidades de los usuarios a través de un proceso iterativo de refinamiento. Algo importante es que cada prototipo será una aplicación completamente funcional.

El desarrollo del proyecto presentará prototipos del sistema de Captura de Datos. Los prototipos contarán con refinamiento de requerimientos en la siguiente iteración. Cada iteración tendrá las siguientes etapas: definición de requerimientos, análisis y diseño, codificación, pruebas y revisión por el usuario; en todas ellas se utilizarán las metodologías y herramientas de la Ingeniería de Software para apoyar la implementación del proyecto durante su ciclo de vida.

1. Recopilación de datos: La recopilación de datos se realizará de forma manual la primera vez, donde se harán visitas periódicas a las plantas de producción de KORAMSA con el objetivo de obtener datos de dos tipos: el inventario físico (WIP) se obtendrá por la revisión de las órdenes de corte que cada línea de producción trabaje en un instante dado, y para la medición del personal se procederá a pasar lista entre las personas que se encuentren laborando en cada puesto de dicha línea. Dichos datos serán digitados en el sistema a través de una forma independiente, que los insertará adecuadamente en el repositorio central de datos.

Luego, se pondrá a funcionar prototipos del programa de Captura de Datos, con lo cual la recopilación se hará a través de dicho sistema, utilizando dispositivos móviles con escáner de luz roja para lectura de código de barras.

2. Tipos de datos a recopilar:

a. El identificador de la línea de producción: cada línea de producción se marcará adecuadamente con una etiqueta, que tendrá el código de barra que la identificará dentro del sistema de manera única.

b. El inventario físico (WIP): se obtendrá escaneando el código de barras asociado a las órdenes de producción que se encuentren laborando en dicha línea, y

1) En caso de que la orden de corte se encuentre cuadrada, se podrá digitar el cuadrador y la cantidad de prendas que corresponden a esta orden.

c. Código de empleado: para tomar asistencia del personal se procederá a escanear el código de barras en el gafete de cada trabajador

1) En caso que no sea posible capturar el código del empleado de un gafete, se procederá a ingresar el código del empleado empezando con doble cero (00), esto levantará un menú de opciones para indicar la ausencia del gafete.

3. Estandarización y codificación en captura de datos: Para agilizar la captura de datos se seguirá el siguiente estándar en los códigos de barras en estándar C 39 para cada tipo de dato:

- Para las líneas de producción, se imprimirá un símbolo de dólar (\$) al inicio del identificador. Todas las líneas de producción que capturará el sistema tendrán nombres alfanuméricos que empiecen con el símbolo de dólar.

Ejemplos de códigos en líneas de producción.



- Para las órdenes de producción, se imprimirá un símbolo de porcentaje (%) al inicio de código la orden de corte. Todas las órdenes de corte que capturará el sistema tendrán códigos alfanuméricos que empiecen con el símbolo de porcentaje.

Ejemplos de código de barras para órdenes de producción



- Los códigos de empleado serán exclusivamente números de 8 dígitos.

Entonces, estos datos serán almacenados de manera temporal en el dispositivo móvil, teniendo la facilidad de sincronizar los datos a través de la red inalámbrica, con lo que se insertarán directamente en el repositorio central de datos.

4. Interpretación y análisis de los datos: Para interpretar los datos, se generarán reportes que permitan comparar la exactitud de los datos digitados contra los inventarios en producción y en recursos humanos. Las comparaciones nos arrojarán tres tipos de excepciones:

a. Empleado u orden de corte sobrante: son aquellos elementos que se capturaron en las líneas de producción pero no estaban planificados en los sistemas de KORAMSA.

b. Empleado u orden de corte faltante: estos elementos coinciden con los que estaban planificados dentro de los sistemas de KORAMSA, pero en ningún momento aparecieron en la captura de datos.

c. Empleado u orden de corte trasladado(a): son aquellos que estaban planificados para una línea de producción distinta a donde fueron -encontrados.

5. Sincronización de datos: Para sincronizar los datos se utilizarán Servicios Web en ASP.NET 2.0, que estarán disponibles en un servidor Windows 2000 con IIS 5.0, distinto al servidor de almacenamiento de datos en Oracle 9i. Esto debido a que los componentes para grabar directamente a Oracle desde el .NET Compact Framework son externos a Microsoft y además son productos que representan un costo extra. La función principal de dichos Servicios Web será trasladar datos desde el dispositivo móvil hasta el repositorio central, utilizando para ello la red inalámbrica en el protocolo usual TCP/HTTP. La aplicación podrá sincronizar datos toda vez exista conectividad con dichos Servicios Web.

Es importante considerar la concurrencia de los datos, pues pueden existir casos donde más de un dispositivo sea sincronizado con el repositorio central al mismo tiempo. En estos casos es importante considerar la consistencia, pues las sincronizaciones deberán de ser independientes y no interferir con la transmisión e inserción de datos desde otros dispositivos.

6. Procesos sobre los datos: Se programará la funcionalidad necesaria para generar una imagen instantánea de los datos de los sistemas de recursos humanos y de producción de KORAMSA, relacionados con la producción y con el control de empleados. Esto se hará con el objetivo de que los datos capturados a través de la digitación puedan compararse con los registros teóricos de la empresa y poder calcular así la exactitud del sistema y realizar acciones correctivas. Se habilitarán funciones extra en el programa de Captura de Datos para realizar estas imágenes desde los dispositivos móviles, cuyo repositorio serán tablas que están en el mismo esquema de almacenamiento que los datos experimentales.

7. Desarrollo de la solución: El proyecto consta de tres partes principales para alcanzar los requerimientos que cubran las necesidades descritas anteriormente.

a. PANTALLA DE INGRESO AL SISTEMA

1) El usuario del sistema realiza la captura del código de barras incluido en su gafete personal. Con esto el sistema lo identifica como el operador actual y le otorga acceso al resto de funcionalidades del sistema.

b. PANTALLA PRINCIPAL

1) Otorga acceso a todas las funcionalidades del sistema las cuales son:

a) Pantalla de captura de datos

(1) Contiene un campo de texto multifuncional, permite el ingreso de distintos tipos de datos entre los que están

(a) Código de la línea de producción: valor alfanumérico identificado con un prefijo de un símbolo de dólar (\$)

(b) Código de órdenes de corte: valor alfanumérico identificado con un prefijo de un símbolo de porcentaje (%)

(c) Código de empleado: valor numérico de ocho dígitos

b) Pantalla de visualización de datos

(1) Tiene una rejilla que muestra el acumulado de registros temporales que se han capturado y están en la base de datos relacional del dispositivo, y se encuentran listos para ser enviados al repositorio central a través de la sincronización de datos.

c. MENÚ DEL SISTEMA

1) Menú principal

a) Opción Cerrar Sesión: comando que permite terminar la sesión actual y regresa el control a la pantalla de ingreso, pudiendo cambiar el operador actual de la aplicación.

b) Opción Sincronizar Datos

(1) Pantalla de Sincronización de Datos: forma que permite verificar la conexión inalámbrica y, toda vez existe, realizar el envío de datos al repositorio central, vaciando automáticamente la base de datos local del dispositivo. Este procedimiento se realiza de forma transaccional y es indicado por una barra de progreso.

c) Opción Procesos

(1) Opción Generar Imagen de Headcount

(a) Pantalla de Imagen de Headcount: se utiliza para generar una imagen de los datos del sistema de recursos humanos, en base a los parámetros proveídos, que son: código de planta, código de departamento, código de grupo de trabajo y código de turno.

(2) Opción Generar Imagen de WIP

(a) Pantalla de Imagen de WIP: se utiliza para obtener una imagen de los datos del sistema de producción, y recibe como parámetros: código de planta, código de departamento y código de grupo de trabajo.

2) Menú Acerca de

a) Pantalla de descripción del sistema con los siguientes datos: nombre del sistema, nombre de la empresa y fecha de realización

VII. RESULTADOS

Tabla. Resultado de comparación de Empleados programados contra empleados encontrados en sus puestos.

Cod Excep. 1- ausencia 2- sobrante 3- movido

COD_EMPLEADO	FECHA_HORA	PUESTO_SISTEMA	PUESTO_LECTURA	COD_EXCEP.	ESTADO
147175	07/09/2007 16:24	FR1_LC01		1	G
401309	07/09/2007 16:24	FR1_LC01		1	G
110127	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
141012	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
141585	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
332084	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
526605	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
527726	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
528112	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G
801248	07/09/2007 16:24	FR1_LC02		1	G

Sabemos con exactitud qué empleados están asignados a qué línea de producción y en qué turno, esto gracias a que el sistema interno de control de Recursos Humanos es muy confiable. En base a esas calendarizaciones, pudimos hacer controles como comparar los empleados programados en una línea de producción versus los empleados a los que se les pasó asistencia con el sistema “Captura de Datos”.

Los resultados preliminares fueron alentadores. De las primeras comparaciones con el control de personal se obtuvo un porcentaje de exactitud bastante aceptable según los estándares de la empresa. En una línea de producción que se comparó se logró cuadrar un total de 251 de 309 puestos establecidos, para lograr un 81.23% de exactitud. En las siguientes mediciones se logró una mejora significativa de 5 puestos y posteriormente de 3 puestos más, para lograr porcentajes de exactitud de 82.85% y 83.82%, respectivamente.

Esto nos daba la pauta que los empleados podían ser monitoreados según el sistema “Captura de Datos”, y nos permitía hacer las sugerencias respectivas a los supervisores de que en un futuro fuesen más cautelosos con los movimientos de personal. De esta forma

logramos con la herramienta, tener control sobre los empleados ausentes, los sobrantes y los trasladados. Con esto el supervisor debía de justificar las razones de las ausencias o de los traslados. Se demostró que existía una mejor auditoría de cada línea de producción después de la introducción del sistema “Captura de Datos”

De esta forma, se demostró que se podía controlar de forma precisa el estatus de una línea de producción y de la ubicación de cada uno de los empleados.

Tabla. Resultado de comparación de Empleados programados
contra empleados encontrados en sus puestos.
Cod Excep. 1- ausencia 2- sobrante 3- movido

451108	07/09/2007 16:24		FR1_LC05	2	G
527295	07/09/2007 16:24		FR1_LC05	2	G
530588	07/09/2007 16:24		FR1_LC05	2	G
530895	07/09/2007 16:24		FR1_LC05	2	G
111707	07/09/2007 16:24		K07_DEPTO_COR	2	G
125942	07/09/2007 16:24		K07_DEPTO_COR	2	G
530089	07/09/2007 16:24		K07_DEPTO_PPQ	2	G
621721	07/09/2007 16:24		K07_DEPTO_PPQ	2	G
111757	07/09/2007 16:24	FR1_LC03	K07_DEPTO_PPQ	3	G
148899	07/09/2007 16:24	FR1_LC04	FR1_LC03	3	G
149928	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	FR1_LC05	3	G
107089	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	K07_DEPTO_COR	3	G
108455	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	K07_DEPTO_COR	3	G
125872	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	K07_DEPTO_COR	3	G
130807	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	K07_DEPTO_COR	3	G
732187	07/09/2007 16:24	K07_DEPTO_AZO	K07_DEPTO_COR	3	G

De las dos tablas anteriores podemos identificar los siguientes casos: en la primera tabla tenemos empleados que fueron programados para un turno en una línea de producción y según la medición del sistema “Captura de Datos” no fueron encontrados (por ejemplo, este es el caso del empleado 147175). De igual forma, podemos encontrar que otra excepción eran los empleados que no estaban programados en una línea de producción a

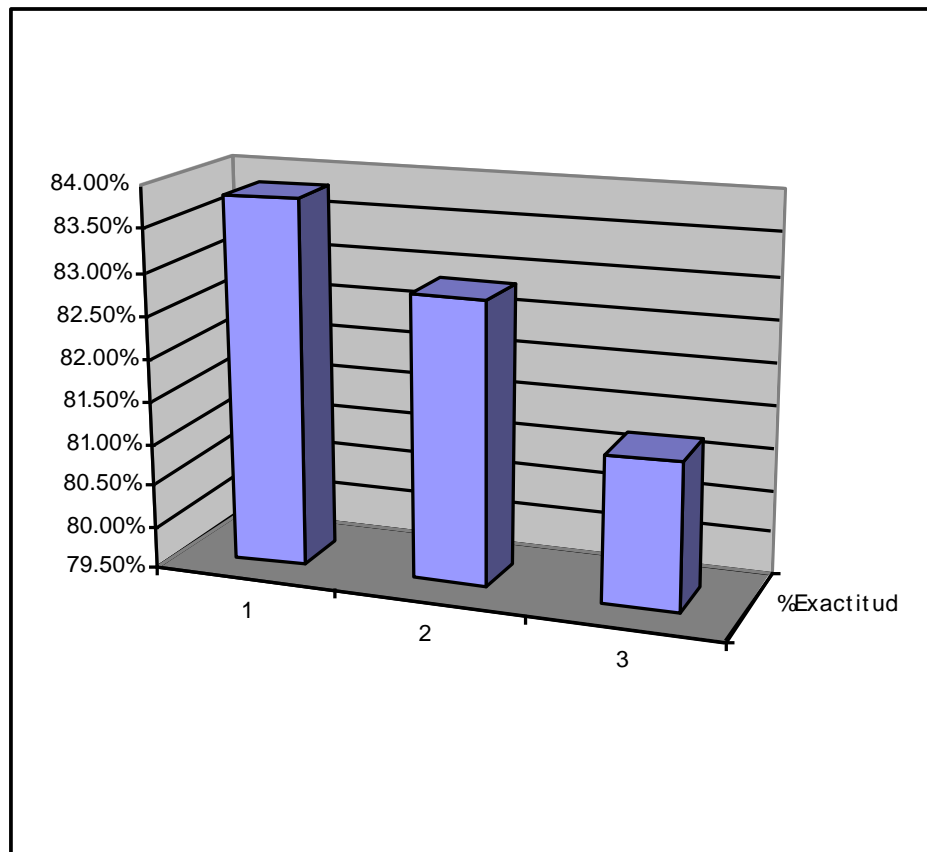
esa hora, sin embargo aparecen en la misma (este es el caso del empleado 451108). Y por último, vemos que un tercer tipo de excepción corresponde a empleados que estaban programados en una línea de producción diferente de la que aparecieron (este es el caso del empleado 111757).

A continuación se muestran los resultados de forma gráfica:

Figura. Comparativo de porcentajes de exactitud de programado vs.

Real. Las mediciones están en orden cronológico inverso.

Sep-07, 2007	309	259	83.82%
Sep-05, 2007	309	256	82.85%
Sep-03, 2007	309	251	81.23%



Respecto a la captura de datos relacionada al trabajo en producción “Wip”, no se pudo realizar ningún estudio comparativo ya que se carecían de los valores teóricos de programación de órdenes de trabajo. Esto imposibilitó realizar comparaciones, pues no se tuvo acceso adecuado a los datos.

VIII. DISCUSIÓN

El sistema “Captura de Datos” ha cumplido con varios de sus objetivos en la empresa. Primero, se demostró que se podía implementar un sistema que fuese capaz de llevar un control del inventario en plantas de producción en un momento dado. También se demostró que el sistema era capaz de tomar la asistencia de los empleados que estaban en una línea de producción en un turno específico.

Otro objetivo que se cumplió fue utilizar la tecnología .NET Compact Framework para la implementación del sistema “Captura de Datos” para un dispositivo móvil. Esta solución fue seguramente la de más rápido desarrollo entre todas aquellas tecnologías móviles disponibles. El tiempo de implementación es similar al utilizado en implementar una aplicación de escritorio, y los paradigmas de programación son similares.

La realización del experimento de comparación de los datos sólo se pudo llevar a cabo para el proceso de Headcount, es decir, comparar la asistencia de los operadores en una línea de producción versus lo programado por el sistema de recursos humanos. Fue imposible encontrar datos teóricos para la programación de órdenes de trabajo, por lo que no se pudo determinar la exactitud del Wip.

El sistema de Captura de Datos cumplió con la utilización de los recursos disponibles de la empresa al momento de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado. Todos los recursos ya existían y eran base de otros sistemas o complemento de los mismos.

IX. CONCLUSIONES

Luego de la implementación del sistema se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se brindó un uso apropiado a los dispositivos móviles existentes en la empresa como parte de sus equipos disponibles para este cometido, pero que carecían del sistema para ponerlos a funcionar.
2. Se logró la efectividad y eficiencia en el uso de los recursos disponibles en la empresa, pues no hubo necesidad de hacer gastos o inversiones extras de capital para la implementación, funcionamiento y verificación del sistema, ya que la empresa KORAMSA contaba con la infraestructura necesaria.
3. Se incrementa sustancialmente y de forma efectiva el control de inventario humano y físico en las líneas de producción evaluadas, en la planta de manufactura. Se hizo una comparación de los datos y registros previos a la implementación y posteriores a la misma con lo que se aumentó la exactitud de los datos un 7% aproximadamente con respecto al control de empleados y un 2% con respecto al control de inventario físico (WIP).
4. La velocidad de captura de datos se hace en menor tiempo debido a la tecnificación del proceso. La captura manual de los datos realizada por una persona en una fábrica con 300 empleados y 10 líneas de producción se realizaba en aproximadamente tres horas, y con la implementación del sistema automatizado el tiempo se redujo a 25 minutos, e involucrando siempre a una persona, como operador del nuevo sistema.
5. El sistema implementado permite que en un futuro cercano la empresa se pueda certificar con estándares internacionales de calidad, por el aseguramiento de buenas prácticas de manufactura, auditoría interna y mejora continua de procesos, que son la base de los sistemas de implementación como ISO debido a que se maneja el historial de todo el proceso.
6. Al estar el repositorio central de datos integrado a los principales sistemas de almacenamiento de datos de KORAMSA se garantiza la accesibilidad, la disponibilidad y la integridad de los datos.
7. Se realizaron las acciones correctivas in situ, durante la implementación del sistema de acuerdo a las necesidades inmediatas expresadas por los usuarios.

X. RECOMENDACIONES

1. Es necesario poner en uso el sistema de Captura de Datos, ya que luego de la fase de pruebas se encontraron resultados positivos y adecuados a los requerimientos iniciales.
2. El sistema activado debe de ser continuamente revisado para lograr la validación del mismo y comprobar su eficiencia.
3. La capacitación continua del personal a cargo del sistema y de los usuarios del mismo garantiza su uso correcto del y del análisis de los datos.
4. Es necesaria la implementación del módulo de Mantenimiento de Excepciones por parte de KORAMSA, que permitirá gestionar las excepciones controladas a través de la captura de datos.
5. Se recomienda que existan cinco operarios del sistema en la misma cantidad de dispositivos móviles, pues según los cálculos en base a los resultados obtenidos, se podrá recopilar información de una fábrica de 1500 obreros y 40 líneas de producción en tan sólo 25 minutos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

1. Date, C.J. 2004. *An Introduction to Database Systems*. Octava Edición. Editorial Addison Wesley. 983 páginas.
2. Northrup, Tony, et. al. 2006. *Microsoft .NET Framework 2.0 Application Development Foundation*. Editorial Microsoft Press. 1,039 páginas.
3. Pojoy, Bidkar, et.al. 2006. *Sistema remoto de control de movimientos de activos fijos para industrias de restaurantes*. Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación, Universidad Del Valle de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 87 páginas.

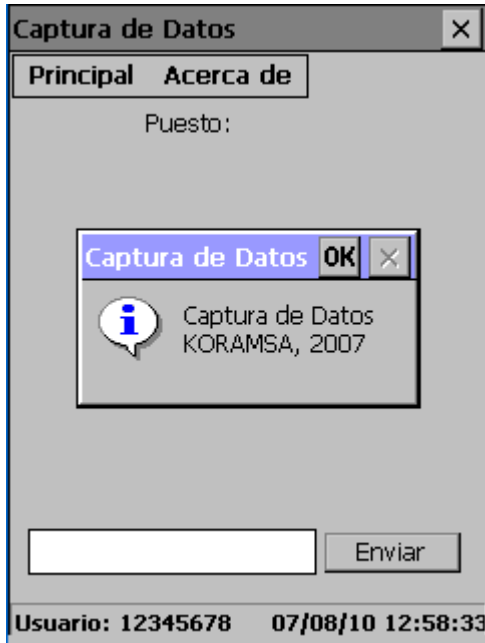
Referencias Web:

1. *Enterprise Digital Assitant*. [E.E.U.U.]
<http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_digital_assitant> [Consulta: Octubre 2013]
2. *Microsoft SQL Server*. [E.E.U.U.]
<http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server> [Consulta: Octubre 2013]
3. *.NET Compact Framework*. [E.E.U.U.]
<http://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Compact_Framework> [Consulta: Octubre 2013]
4. *Wireless LAN*. [E.E.U.U.] < http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN> [Consulta: Octubre 2013]

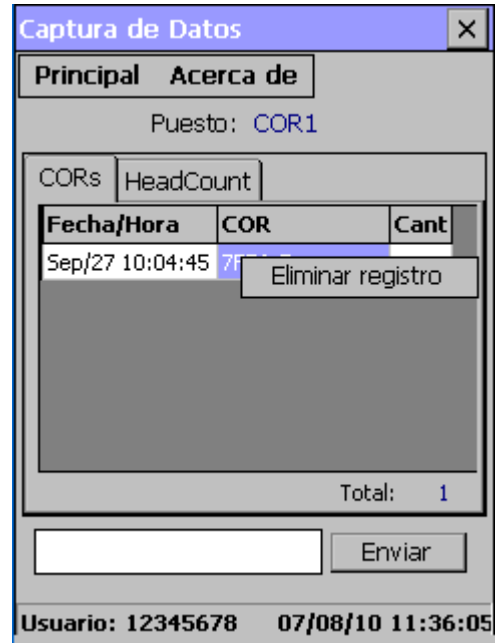
XII. ANEXOS

1. Capturas de pantalla del sistema “Captura de Datos” funcionando en dispositivo Opticon PHL-7100

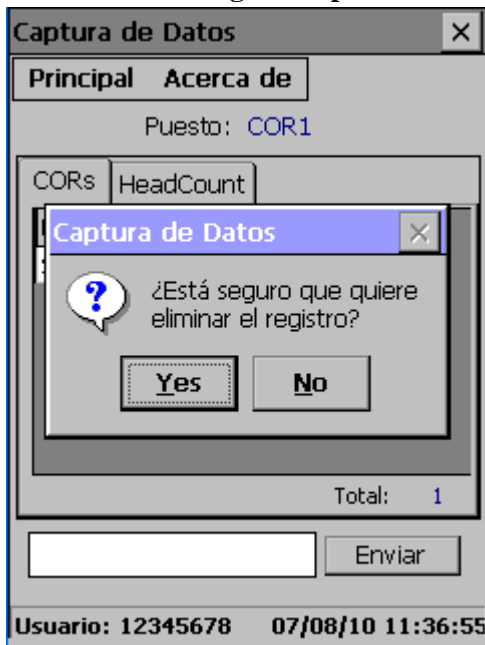
Pantalla Acerca de



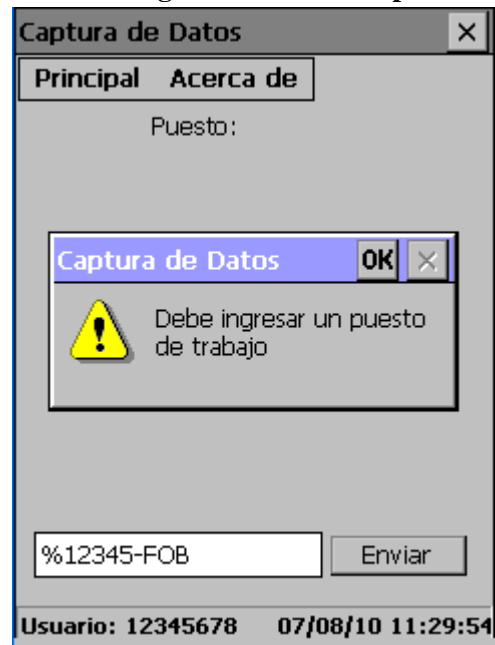
Eliminar registro – paso 1



Eliminar registro – paso 2



Error – ingreso de orden sin puesto



Eliminar Registro – Exitoso

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	COR	Cant
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Captura de Datos OK</p> <p>Registro eliminado exitosamente</p> </div>		

Total: 0

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:37:45

Ingreso al sistema

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto:

Ingreso al Sistema

Código de Usuario:

Ok Salir

Enviar

Usuario: 07/08/10 11:26:18

Ingreso de empleados por código de barras

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Aug/10 11:55:19	45678912
Sep/27 10:05:28	00445333
Sep/27 10:04:58	12345432

Total: 3

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:55:44

Ingreso de empleados por código de barras

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Sep/27 10:05:28	00445333
Sep/27 10:04:58	12345432

Total: 2

45678912

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:54:15

Justificación de ingreso manual de empleado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

Ingreso de empleado

Especifique la razón

Olvido/Robo/Pérdida de Gafete

Empleado no presente

Empleado Nuevo/Trasladado

Ok

Total: 3

00123456 Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:00:40

Ingreso del supervisor del empleado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Ingreso de empleado

Ingrese el supervisor

65432178

Ok

Total: 3

00123456 Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:59:17

Lista de empleados ingresados

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Aug/10 12:01:52	00123456
Aug/10 11:55:19	45678912
Sep/27 10:05:28	00445333
Sep/27 10:04:58	12345432

Total: 4

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:02:02

Ingreso manual de empleado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Aug/10 11:55:19	45678912
Sep/27 10:05:28	00445333
Sep/27 10:04:58	12345432

Total: 3

00123456 Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:57:22

Ingreso de puesto de trabajo

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto:

\$COR1

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:41:26

Cuadrar cantidad de Wip

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha Ingreso de WIP Cantidad

Ingrese cantidad
(vacío para nulo)

500

Ok

Total: 0

%187757-FOP

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:50:31

Ingreso del código del empleado que ejecuta el cuadro

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha Ingreso de WIP Cantidad

Ingrese el cuadrador

98765432

Ok

Total: 0

%187757-FOP

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:51:31

Ingreso de Wip – resultado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	COR	Cant
Aug/10 11:52:12	187757-FOP	500

Total: 1

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:52:25

Ingreso de puesto de trabajo

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	COR	Cant

Total: 0

%187757-FOP

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:49:18

Lista de empleados por puesto de trabajo

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Sep/27 10:05:28	00445333
Sep/27 10:04:58	12345432

Total: 2

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:33:52

Lista de Wip por puesto de trabajo

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	COR	Cant
Sep/27 10:04:45	7F7A-F	---

Total: 1

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 11:32:58

Menú de Procesos

Captura de Datos

Principal Acerca de

- Cerrar sesión
- Sincronizar datos
- Procesos ▶
- Salir

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/29 14:32:18

Proceso de generación de Headcount

Captura de Datos

Principal Acerca de

Imagen de HeadCount

Digite los parámetros

Cód. Planta

Cód. Depto. Planta

Cód. Grupo Trab.

Cód. Turno

Fecha 29/08/2007

OK Salir

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/29 14:35:00

Asignación de Headcount a planta

Captura de Datos

Principal Acerca de

Imagen de HeadCount

Digite los parámetros

Cód. Planta 51

Cód. Depto. Planta 1

Cód. Grupo Trab. -1

Cód. Turno -1

Fecha 29/08/2007

OK Salir

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/29 14:36:36

Headcount generado exitosamente

Captura de Datos

Principal Acerca de

Imagen de HeadCount

Digite los parámetros

Captura de Datos

Se generó la imagen con 304 registros

Fecha 29/08/2007

Ok Salir

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/29 14:38:29

Ya no se puede generar Headcount porque ya se realizó generación previamente

Captura de Datos

Principal Acerca de

Imagen de HeadCount

Digite los parámetros

Cód. Planta 51

Cód. Depto. Planta 1

Cód. Grupo Trab. -1

Cód. Turno -1

Fecha 29/08/2007

Ok Salir

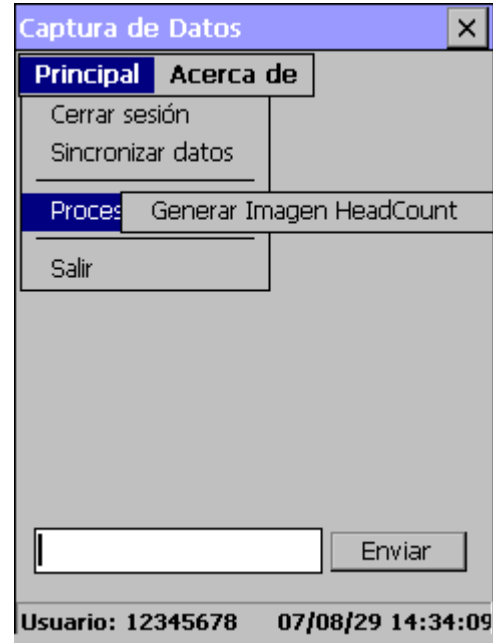
Enviar

Usuario: 12345678 07/08/29 14:39:53

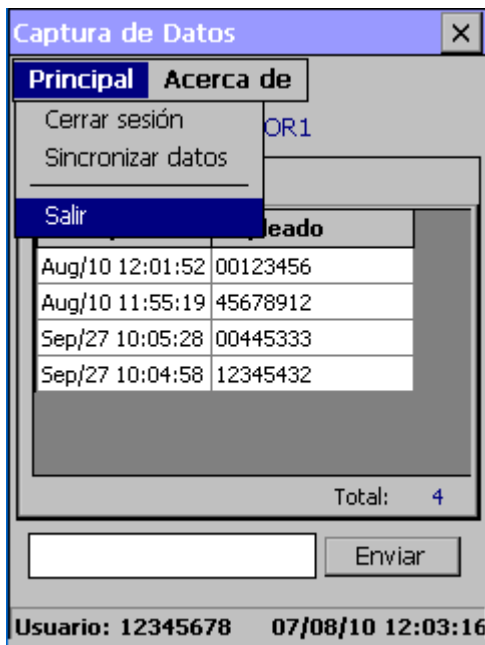
Despliegue de control calendario



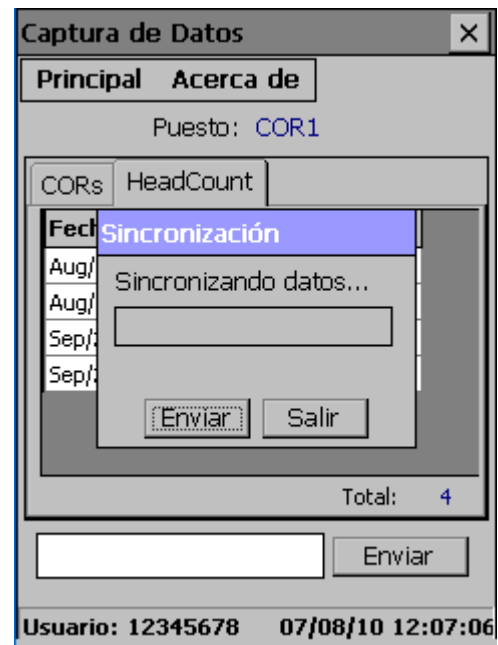
Menú de generación de imagen de Headcount



Menú Salir



Proceso de sincronización de datos - antes



Proceso de sincronización de datos - después

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha Sincronización

Sincronizando datos...

Transferencia exitosa

Enviar Salir

Total: 0

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:50:52

Menú de sincronización de datos

Captura de Datos

Principal Acerca de

Cerrar sesión OR1

Sincronizar datos

Salir

Fecha Hora Empleado

Aug/10	12:01:52	00123456
Aug/10	11:55:19	45678912
Sep/27	10:05:28	00445333
Sep/27	10:04:58	12345432

Total: 4

Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:04:53

Verificación de código de empleado duplicado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Aug/10 12:55:16	34123456

Captura de Datos OK X

! Código de empleado duplicado

Total: 1

34123456 Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:56:27

Ingreso de empleado

Captura de Datos

Principal Acerca de

Puesto: COR1

CORs HeadCount

Fecha/Hora	Empleado
Aug/10 12:55:16	34123456

Total: 1

34123456 Enviar

Usuario: 12345678 07/08/10 12:55:33