



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería en Informática



TFG del Grado en Ingeniería Informática

LucErik



Presentado por Carolina Colina Zamorano
en Universidad de Burgos — 20 de enero de
2021 Tutor: D. José Ignacio Santos Martín y D.
José Manuel Galán Ordax

AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores que a lo largo de tantos años me han enseñado que con esfuerzo y dedicación todo se consigue y en especial a mis tutores: José Ignacio Santos y José Manuel Galán por su paciencia, consejos y dedicación no sólo en este proyecto sino en las asignaturas que me han impartido. Tengo mucho que agradecerlos.

A mis amigos. A Javi por animarme todos y cada uno de los días desde que comencé este proyecto y por estar siempre disponible para una charla cuando pensaba que no podía más. A Sonia, que a pesar de estar viviendo momentos tan inmensamente difíciles siempre tiene un momento para llamarme y darme su apoyo y repetirme cada día que confía en mí.

A mi hermano. Que a pesar de todo eres y serás mi persona en el mundo.

A mis padres, que con su infinito amor y la inmensa confianza en mí, han hecho que me vea capaz de cualquier cosa. No existe manera de agradecerlos tanto. Soy lo que soy gracias a vosotros y estoy tremendamente orgullosa. Mis logros son todos vuestros.

Y a mi hermanita. Gracias por haberme dado a Lucas y Erika que son mi inspiración y dan nombre a este proyecto.



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería en Informática



D. José Ignacio Santos Martín y D. José Manuel Galán Ordax, profesores del departamento de nombre departamento, área de Ingeniería de Organización.

Expone:

Que el alumno D. Carolina Colina Zamorano, con DNI 71287077A, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado LucErik.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 20 de enero de 2021

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

José Ignacio Santos Martín

José Manuel Galán Ordax

Resumen

Se quiere optimizar el proceso de reparto de material en una fábrica. El proyecto desarrolla una herramienta de optimización general que pueda ser utilizada en un mayor número de supuestos. El objetivo del trabajo es optimizar la entrega de los materiales que requieren un conjunto de máquinas y puestos de trabajo.

La aplicación muestra un listado de órdenes con toda la información que el operario necesita.

El listado se muestra ordenado, de tal forma que el carrero que transporta el material sólo debe ejecutar las órdenes sin necesidad de decidir cuál lleva a cabo en primer lugar.

Descriptores

Transporte, RTBS, máquinas de construcción, carrero, materiales, cubiertas, talones, órdenes.

Abstract

The material distribution process in a factory is required to be optimized. The project develops a general optimization tool that can be used in most number of cases. The objective of the work is to optimize the delivery of materials that require a set of machines and jobs.

The application shows in an orderly manner a list of orders that the operator needs.

The list is shown in order, in such a way that the driver who transports the material only has to execute the orders without having to decide which one to carry out first.

Keywords

Transportation, RTBS, construction machines, carter, materials, tires, stubs, orders.

Índice General

Introducción.....	1
1.1. Estructura de la memoria	2
1.2. Estructura de los anexos	2
1.3. Enlaces adicionales	3
Objetivos del Proyecto	4
2.1 Objetivos generales	4
2.2 Objetivos técnicos	4
Conceptos teóricos	6
3.1 Servicio.....	6
3.2 Cubierta	6
3.3 Máquina de construcción.....	7
3.4 Talón	7
3.5 RTB	7
Técnicas y herramientas	8
4.1 Python	8
4.2 PyCharm	8
4.3 DB Browser	9
4.4 GitHub	9
4.5 ZenHub	10
4.6 GitHub Desktop	10
4.7 Zotero.....	11
4.8 Qt Designer	11
4.9 Oracle VM VirtualBox.....	11
4.10 Wikidot	12
4.11 Visual Paradigm.....	12

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	13
5.1 Inicio del proyecto	13
5.2 Metodologías.....	13
5.3 Formación.....	14
5.4 Desarrollo del proyecto / algoritmo	15
5.5 Resolución de problemas técnicos.....	17
5.6 Wiki.....	18
Trabajos relacionados	19
6.1. Mejora del proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del producto SKU A-025 [Ref1].....	19
6.2. El libro blanco del SGA: Sistema de gestión de almacén [Ref1].....	20
6.3. SGA para producción. Mecalux Esmena [Ref1].....	21
Conclusiones y líneas de trabajo futuras	22
7.1 Conclusiones.....	22
7.2 Líneas de trabajo futuras	25

Índice de Figuras

Figura E1: Ventana órdenes	15
---	-----------

Introducción

En todo proceso productivo es de vital importancia mantener el stock de materiales siempre actualizado. En el momento que se produce un desajuste en las cantidades o un cambio no contemplado en la ubicación de los materiales hace que la recogida y transporte de dichos materiales deje de ser óptima y provoca paradas innecesarias en el proceso productivo lo cual conlleva a pérdidas económicas.

Cuando se producen una serie de paradas continuadas a causa del servicio de transporte de material, no sólo causa pérdidas económicas como ya se ha citado, sino que dificulta el trabajo de las personas que se encargan del reparto de material.

En este caso se propone un proyecto de reestructuración de un algoritmo ya implantado en una fábrica, que a pesar de que funciona, no es óptimo. Las carencias principales son:

- No muestra la cantidad de material a llevar a una máquina, sino que el operario que lo transporta tiene que calcularlo.
- No indica el lugar donde se encuentra el material que tiene que llevar ni la cantidad disponible.
- El listado de órdenes no está ordenado, sino que va añadiendo en primer lugar la última orden solicitada. Esto implica que las primeras órdenes que aparecen en pantalla no sean de mayor prioridad.

Por todo ello se va a proponer un algoritmo rediseñado para solventar los problemas descritos disminuyendo así el número de paradas y por consiguiente la pérdida económica.

Otro factor importante, aunque a nivel empresarial no siempre está contemplado, es que se facilitaría en gran medida el trabajo del operario que transporta el material. En muchas ocasiones, hace que, al no estar optimizado, el operario no gestione bien los viajes en el transporte (por falta de información) e implica que a veces no disponga del tiempo suficiente para hacer los descansos programados en la jornada laboral.

1.1. Estructura de la memoria

- **Introducción:** Descripción de la situación actual y del proyecto. Estructura de la memoria y estructura de los anexos.
- **Objetivos del proyecto:** Se describen los objetivos a alcanzar tanto generales como técnicos.
- **Conceptos teóricos:** Se definen una serie de conceptos que permiten una mejor comprensión del proyecto.
- **Técnicas y herramientas:** Detalle de las herramientas usadas y metodologías empleadas en la realización del proyecto.
- **Aspectos relevantes en el desarrollo:** Aspectos relevantes y por lo tanto importantes de destacar durante el proceso.
- **Trabajos relacionados:** Búsqueda y estudio de trabajos relacionados previamente realizados.
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** Conclusiones que han obtenido al finalizar y posibles ideas para continuar en el futuro.

1.2. Estructura de los anexos

- **Plan de proyecto software:** Planificación temporal y estudio económico.
- **Especificación de requisitos:** Detalle de los requisitos necesarios y establecidos para la elaboración del proyecto.
- **Especificación de diseño:** Diseño de la interfaz y datos empleados.
- **Manual del programador:** Describe la estructura del proyecto, cómo se ejecuta y cómo está organizado.
- **Manual de usuario:** Manual o guía de uso para el usuario final.

1.3. Enlaces adicionales

- **Repositorio:** <https://github.com/CarolinaCCZ/LucErik>
- **Wiki:** <http://wikiluc Erik.wikidot.com/>
- **YouTube:** Presentación: https://youtu.be/vm_MnJUWqg8
Demostración: https://youtu.be/OrUFjE_UBGQ
- **Máquina Virtual:**
https://universidaddeburgos-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/ccz0001_alu_ubu_es/Ena27mDDBc9BiXkulNda_VUBiPGAXD8V8Pm6p2CQF3LUDQ?e=rupKn4

Objetivos del Proyecto

En este apartado se detallan los objetivos generales de este proyecto y los objetivos técnicos, que serán necesarios para obtener los objetivos generales.

2.1 Objetivos generales

Descripción de los objetivos generales definidos al comienzo del proyecto.

- Obtener la cantidad de material que hay que transportar a las máquinas que está produciendo cubiertas.
- En función del stock y de la capacidad de almacenaje de la máquina generar las órdenes.
- Hacer una ordenación de las órdenes generadas mostrando en primer lugar las más urgentes y por lo tanto las primeras a llevar.
- Mostrar toda la información necesaria para el operario que transporta.
- Generar un listado de la cantidad de materiales que el operario ha transportado en su turno.
- Crear un sencillo manual de usuario.

2.2 Objetivos técnicos

Aquí se detalla la implementación y las herramientas utilizadas.

- El proyecto se desarrolla mediante la metodología SCRUM.
- La base de datos se aloja en un servidor para el cual se ha creado una máquina virtual con un sistema operativo Windows Server 2019.
- Uso de GitHub para el control de versiones.
- Uso de ZenHub para la gestión de las tareas y los sprints.
- Uso de GitHub Desktop para sincronizar el repositorio local con el remoto.
- Se usa Python como lenguaje de programación. Tanto la ejecución del programa principal como de los scripts que se ejecutan en segundo plano para simular el proceso productivo. Se usarán otras librerías adicionales como sqlite3 y PyQt5.

B: Objetivos del proyecto

- Uso de PyCharm para el desarrollo del código fuente.
- Uso de DB Browser for SQLite para la creación y gestión de la base de datos.
- Uso de QT Designer para la creación del entorno gráfico.
- Uso de Zotero para guardar todas las referencias bibliográficas.
- Uso de Oracle VM VirtualBox para crear la máquina virtual que alojará la base de datos.
- Uso de Microsoft Word para la elaboración de la memoria del proyecto y los anexos al mismo.
- Uso de Wikidot para la elaboración del manual de usuario.
- Uso de Visul Paradigm Online para la creación de los diagramas.

Conceptos teóricos

A continuación, se van a detallar una serie de conceptos teóricos necesarios para facilitar la comprensión del proyecto.

Antes de empezar a detallar los conceptos teóricos, es necesario explicar que nos encontramos en una fábrica que produce neumáticos o cubiertas. Para ello, existen las máquinas de construcción que necesitan materiales para fabricar cubiertas. Esos materiales están catalogados en servicios y cada carrero transporta un servicio desde su lugar de almacenaje a las máquinas de construcción.

3.1 Servicio

En el proceso productivo que estamos desarrollando, es necesario que las máquinas que fabrican cualquier tipo de componente dispongan del material necesario para ello.

El material disponible en cada máquina se va agotando a medida que se produce y no es el propio personal de la máquina quien va a buscar el material cuando se agota, sino que hay una persona encargada para cada material necesario.

Cada material que hay que transportar para la elaboración de una cubierta pertenece a un servicio. En este caso nos vamos a centrar en el servicio de talones que explicaremos más adelante.

3.2 Cubierta

Una cubierta o neumático es una pieza compuesta de caucho que se coloca en la rueda de un vehículo. Es el único punto de unión del vehículo con el suelo.

Para la fabricación de una cubierta se necesitan varios materiales que se unen y forman el neumático. De entre todos esos materiales que la componen, nos vamos a centrar en la necesidad de los talones.

3.3 Máquina de construcción

Una cubierta la componen distintos materiales, y la unión de dichos materiales se realiza en una máquina de construcción.

3.4 Talón

El talón es la parte interna de una cubierta. Es la parte encargada de ajustar el neumático a la llanta de forma segura y firme, por lo tanto una cubierta necesita 2 talones.

3.5 RTB

Máquina de transformación de materiales.

Una RTB, produce talones, para ello, une un aro rígido formado principalmente por alambre a una tira de caucho formando así un talón.

Cada RTB fabrica talones de una dimensión, es decir, de un tamaño de llanta (15, 16, 17, 18 y 19 pulgadas).

A cada aro de alambre se le pega una tira de goma que dependiendo del ancho de la tira conformará el perfil de la rueda.

Técnicas y herramientas

Técnicas y herramientas usadas en el desarrollo del proyecto.

4.1 Python

La decisión de usar Python como lenguaje de programación para este proyecto es debido a su uso en los últimos años de la carrera y por lo tanto el conocimiento de este.

Permite un desarrollo orientado a objetos y es un lenguaje interpretado, por lo que no hace falta compilar para su ejecución.

Python [9] es un lenguaje de programación de código abierto, orientado a objetos, muy simple y fácil de entender. Tiene una sintaxis sencilla que cuenta con una vasta biblioteca de herramientas, que hacen de Python un lenguaje de programación único.

Una de las ventajas principales de aprender Python es la posibilidad de crear un código con gran legibilidad, que ahorra tiempo y recursos, lo que facilita su comprensión e implementación.

4.2 PyCharm

PyCharm es un entorno de desarrollo integrado usado específicamente para el desarrollo en Python.

En un principio se estuvo dudando entre este IDE y Spyder. Si los comparamos vemos que PyCharm es mucho más completo y dispone de numerosas herramientas y características que facilitan mucho el trabajo [8]

- Asistencia y análisis de codificación, resaltado de sintaxis y errores.
- Refactorización del código.
- Depurador de Python integrado

4.3 DB Browser

DB Browser [2] es una aplicación gratuita diseñada para facilitar la creación y administración de las bases de datos con SQLite, el cual es uno de los motores de bases de datos SQL gratuito de código abierto más conocidos.

Es apto para usuarios y desarrolladores [1] que desean crear, buscar y editar bases de datos con una interfaz muy intuitiva y sencilla similar a una hoja de cálculo sin necesidad de introducir comandos SQL.

Los controles y asistentes están disponibles para que los usuarios:

- Cree y compacte archivos de base de datos
- Crear, definir, modificar y eliminar tablas
- Crear, definir y eliminar índices
- Examinar, editar, agregar y eliminar registros
- Registros de búsqueda
- Importar y exportar registros como texto
- Importar y exportar tablas desde / hacia archivos CSV
- Importar y exportar bases de datos desde / hacia archivos de volcado SQL
- Emitir consultas SQL e inspeccionar los resultados
- Examinar un registro de todos los comandos SQL emitidos por la aplicación.
- Trazar gráficos simples basados en datos de consulta o tabla

4.4 GitHub

GitHub [55] es una plataforma de desarrollo colaborativo para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. Se utiliza principalmente para la creación de código fuente de programas de ordenador.

Git [4] es uno de estos sistemas de control, que permite comparar el código de un archivo para ver las diferencias entre las versiones, restaurar versiones antiguas si algo sale mal, y fusionar los cambios de distintas versiones. También permite trabajar con distintas ramas de un proyecto, como la de desarrollo para meter nuevas funciones al programa o la de producción para depurar los bugs.

D: Técnicas y herramientas

Las principales características de la plataforma es que ofrece las mejores características de este tipo de servicios sin perder la simplicidad, y es una de las más utilizadas del mundo por los desarrolladores. Es multiplataforma, y tiene multitud de interfaces de usuario.

Así pues, Github es un portal para gestionar las aplicaciones que utilizan el sistema Git. Además de permitirte mirar el código y descargarte las diferentes versiones de una aplicación, la plataforma también hace las veces de red social conectando desarrolladores con usuarios para que estos puedan colaborar mejorando la aplicación.

Por todo lo ya descrito y por la familiaridad con la herramienta puesto que ha sido usada con anterioridad para otros proyectos en otras asignaturas del grado.

4.5 ZenHub

Es una extensión del navegador que se integra con GitHub.

Con esta herramienta controlamos de manera muy visual y sencilla las tareas y sprints del proyecto, haciendo que su gestión sea muy sencilla.

Otra razón para su uso es que dispone de herramientas para elaborar gráficos del progreso del desarrollo.

4.6 GitHub Desktop

Herramienta para clonar nuestro repositorio local con el repositorio remoto.

Es gratuita, sencilla y muy intuitiva. Cuando se produce un cambio en un archivo en nuestro repositorio local hace una comparación con lo que hay alojado en el repositorio remoto, si detecta algún cambio lo muestra y permite escribir un comentario y una descripción para hacer *commit*.

Finalmente se hace un *push* para alojarlo en el repositorio remoto. De esta forma podemos ver todos los cambios realizados.

4.7 Zotero

Zotero [11] es un programa de software libre para la gestión de referencias bibliográficas. Zotero es una extensión libre para el navegador, que permite a los usuarios recolectar, administrar y citar investigaciones de todo tipo. Importa datos directamente desde las páginas web visualizadas en el momento.

Al navegar, Zotero detecta automáticamente cuándo estamos consultando una fuente de información. En este momento, mediante un clic del ratón, guarda en un fichero local la información completa (la referencia) de aquello que estemos consultando.

Muy útil para guardar toda la información recopilada de los diferentes sitios de manera organizada.

4.8 Qt Designer

Qt Designer [10] es una herramienta para diseñar y construir interfaces gráficas de usuario, con QT Widgets. Puede componer y personalizar sus ventanas o cuadros de diálogo en una forma de lo que ve es lo que obtiene y probarlos utilizando diferentes estilos y resoluciones.

Los widgets y formularios creados con Qt Designer se integran a la perfección con el código programado, utilizando el mecanismo de ranuras y señales de Qt, para que pueda asignar fácilmente el comportamiento a los elementos gráficos.

Todas las propiedades establecidas en Qt Designer se pueden cambiar dinámicamente dentro del código. Además, las funciones como la promoción de widgets y los complementos personalizados le permiten usar sus propios componentes con Qt Designer.

4.9 Oracle VM VirtualBox

Virtual Box se usa para hacer máquinas virtuales con instalaciones de sistemas operativos. Se ha decidido su uso porque se conoce el funcionamiento de la herramienta y por disponer ya de ella.

4.10 Wikidot

Sitio web para la creación de Wikis. Ofrece un servicio gratuito para crear hasta 5 wikis de manera gratuita.

4.11 Visual Paradigm

Herramienta para la creación de todo tipo de diagramas.

Posee plantillas predefinidas que con sólo modificarlas podremos obtener un diagrama para nuestro proyecto, o generar uno desde el inicio.

Se ha utilizado para generar el diagrama de casos de uso y el diagrama de flujo de la aplicación.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Es este apartado se recogen los aspectos más relevantes del desarrollo del proyecto.

5.1 Inicio del proyecto

La idea del proyecto nació en la primera reunión. Aún no se tenía ninguna idea de qué tipo de proyecto se podría realizar como trabajo de fin de carrera. Mi principal problema fue la poca disponibilidad de tiempo para el desarrollo por mis horarios y turnos de trabajo.

Explicué a mis tutores en qué consistía mi trabajo y la aplicación que uso para el mismo. La pregunta que me hicieron fue la clave: ¿El programa que usas está optimizado? Y la respuesta fue rotunda: no está en absoluto optimizado y provoca numerosas paradas de producción, problemas para el operario y por consecuencia pérdidas económicas.

En ese momento se decidió desarrollar una versión mucho más completa y mejorada de lo que actualmente está implementado. Yo, como usuaria de la aplicación conozco las carencias que tiene y cuáles podrían ser las mejoras por incluir para mejorar el proceso productivo.

5.2 Metodologías

La metodología seguida ha sido SCRUM la cual ya había sido estudiada en la asignatura de gestión de proyectos.

Se basa en hacer un desarrollo de manera incremental del proyecto, de tal manera que en cada cierto período de tiempo establecido se realizan una serie de tareas.

E: Aspectos Relevantes del Desarrollo del Proyecto

El desarrollo se ha dividido en sprints de una duración determinada en los cuales se marcan una serie de tareas u objetivos a cumplir y qué tiempo es necesario para cumplir cada una de esas tareas.

En la estructura del desarrollo existen diferencias con la metodología SCRUM, principalmente porque el proyecto es de desarrollo individual y no existe un equipo de desarrollo, pero se ha intentado seguir las características de la metodología lo máximo posible:

- Se han mantenido una reunión al comienzo de cada sprint y se han establecido los objetivos para ese sprint y la duración de cada tarea.
- Se debería haber mantenido una reunión al finalizar cada sprint para comentar si se han cumplido los objetivos y si ha habido problemas, en este caso, en la reunión de comienzo de cada sprint se han tratado estos temas al inicio de la reunión.
- Se ha utilizado la herramienta ZenHub para planificar en el tablón las tareas a realizar. Es una herramienta de gran utilidad para cambiar los estados de las tareas. De esta forma, en el momento que una tarea es completada, se mueve dentro del tablero a la lista de tareas cerradas eliminando así tareas pendientes.

5.3 Formación

El lenguaje de programación utilizado ha sido Python puesto que es el lenguaje que más se ha utilizado en todas las asignaturas durante los últimos cursos, por ello, se tiene más reciente que otros y resulta más sencillo desarrollar el proyecto.

SQLITE

Es un sistema de gestión de base de datos de dominio público. Hasta este momento no se había utilizado este sistema de gestión a lo largo del grado, por lo que se ha tenido que aprender su funcionamiento y sus peculiaridades.

Lo más importante es que Python incluye soporte para SQLite incorporado es su biblioteca estándar. Otro detalle importante que ayuda mucho durante la programación es que en cada columna se puede insertar un tipo de dato que no corresponda con el tipo de columna, por ejemplo, podemos insertar un string a una columna de tipo entero.

PYQT5

Es un enlace de Python al framework de Qt para la realización de interfaces gráficas.

Al instalar PyQt5, se dispone de la herramienta QT Designer, que facilita mucho el diseño de las interfaces gráficas, pero es necesario aprender a utilizarlo y cómo convertir el fichero que genera (xml) a lenguaje Python.

5.4 Desarrollo del proyecto / algoritmo

En primer lugar, se hizo un algoritmo en pseudocódigo en el que se establecía a grandes rasgos lo que el programa debería mostrar al operario y lo que el operario debería hacer con dicha información.

A continuación, se decidió el diseño, es decir, cómo el programa iba a mostrar esos datos. Se decidió que fuese mediante una tabla con todo lo necesario.

VENTANA ÓRDENES							
Datos del operario y del servicio							
Órdenes							

Figura E1: Ventana órdenes

Una vez que se tuvo decidido el entorno de desarrollo del proyecto se comenzó por diseñar la interfaz gráfica. Se hizo una tabla provisional en la base de datos llamada ORDENES para recoger los datos y mostrarlo en la ventana, de esta forma se aprendió cómo insertar los datos en la tabla de tipo QTableWidgetItem.

E: Aspectos Relevantes del Desarrollo del Proyecto

En ese momento, se detectó el problema de que no existe un proceso productivo que indique qué material hace falta, es decir, cómo se va gastando material y cómo se van produciendo las cubiertas. Se decidió simular un proceso productivo y crear dos scripts. Uno de ellos va incrementando en la base de datos las cubiertas realizadas y decrementando el número de talones y el otro simula la producción de talones y modificando la tabla de stock de material. Ambos scripts corren en segundo plano y no interfieren en las tareas del operario.

Cuando el proceso productivo está activo, la ventana órdenes muestra los datos al operario de manera muy detallada y con toda la información necesaria para su ejecución. Las órdenes estarán ordenadas en función de la urgencia y la prioridad de la máquina. Aquellas máquinas que estén más próximas a parar se mostrarán en los primeros lugares de la lista.

En este momento, el operario sólo tiene que cumplir las órdenes en el orden en el que se le muestran. Recoge el material de la ubicación que se le muestra, llevarlo a la máquina que lo necesita y pulsar el botón llevar material, de esta manera, se actualizan los huecos de la máquina de destino, los materiales disponibles y se actualizan las órdenes.

En condiciones normales, el operario recoge el material de las RTBS y lo lleva a la máquina de construcción que lo necesita, pero existen el problema de que en un momento dado no exista stock de ese material en las RTBS y la máquina de construcción vaya a parar por falta de ese material. Para solventar dicho problema, el programa proporciona una funcionalidad para buscar el material necesario en otras ubicaciones. En ocasiones, hay varias máquinas usando el mismo tipo de material, por lo que se puede quitar de una que tenga excedente y llevarlo a aquella que lo necesita con más premura para que no pare.

Es importante controlar varios aspectos en este caso. En el momento que se abre la ventana que muestra las ubicaciones donde hay material disponible, es necesario tener en cuenta no sólo la cantidad de carros que se puedan retirar de la máquina que tiene el excedente, sino de los carros que caben en la máquina a la que se llevan, por lo tanto, sólo permitirá retirar tantos carros como quepan en la máquina de destino. Pongamos un ejemplo: Tengo que llevar 2 carros a la máquina V2 y los voy a retirar de V3 que tiene 3 carros de ese material en sus huecos. Se mostrará un stock de ese

material en V3 de 2 carros, pero en la lista desplegable sólo nos permitirá retirar un máximo de 2 carros.

En el momento que se retira el material de otra máquina se actualizan sus huecos dejándolos vacíos y llenando los de la máquina de destino.

En este momento no se actualizan las órdenes. Es una manera que tiene el operario de comprobar que ha hecho la entrega correcta. Es necesario que el operario pulse el botón actualizar para que se refresquen las órdenes que se muestran.

5.5 Resolución de problemas técnicos

El principal problema que se ha encontrado durante todo el proceso ha sido al final del proyecto.

Cuando ya se ha tenido un programa completamente funcional, se ha intentado hacer un ejecutable para el usuario final. Se ha intentado hacerlo con diferentes herramientas, tales como, *pyinstaller*, *cpy2exe* y *cx_freeze*. A pesar de haber invertido mucho tiempo en investigación y en hacer pruebas no se ha conseguido.

Se comentó el problema durante una de las reuniones de sprints y se decidió no hacer un ejecutable, puesto que Python ejecuta el programa sin necesidad de generar un fichero con extensión .exe.

El siguiente problema surge cuando se lanza el programa. Al ejecutarse, se muestra la consola en pantalla y no es adecuado para el usuario final, por lo tanto después de investigar diferentes opciones, se cambió la extensión de los ficheros *.py* por *.pyw* e importar las librerías *win32gui*, *win32con* y ocultar la consola durante la ejecución.

5.6 Wiki

La wiki es un aspecto relevante de este proyecto. A pesar de haber invertido bastante tiempo en su realización, porque es necesario explicar paso a paso el funcionamiento de la aplicación, creo que es de gran importancia porque facilita enormemente la comprensión por parte del usuario además de enriquecer el proyecto al añadir una funcionalidad adicional.

Trabajos relacionados

Existen numerosos proyectos relacionados para optimizar los procesos intralogísticos que se exponen a continuación.

6.1. Mejora del proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del producto SKU A-025

El proyecto [7] surge al evaluar los principales problemas presentados en las bodegas. Es necesario tener conocimientos sobre el sistema compuesto por: trabajador y medios de producción. De forma tal que se pueda lograr mejorar la relación que existe entre estos dos elementos, con el fin de visualizar cómo se maneja la logística interna en el almacén de productos terminados de la empresa. Logrando que el sistema de producción o servicio se desarrolle de la forma más eficiente, eficaz y efectiva, garantizando los plazos de entrega proyectados. En la investigación se determinó la cantidad de medios unitarizadores, es este caso específico de las paletas de intercambios, así como la distribución que tendrán los SKU A-025 sobre ella. Además, se calcularon el número necesario de equipos de transporte interno. Se realiza el Layout del almacén, para lograr un mejor ordenamiento espacial de este y se definen los indicadores de aprovechamiento espacial, respecto a la utilización del área, altura y volumen utilizado. El objetivo del proyecto es optimizar el proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del SKU A-025, aplicando métodos y herramientas logísticas.

A partir del análisis y síntesis de los elementos teóricos y prácticos considerados en la investigación, se identifica como problema profesional a resolver el siguiente: ¿Qué elementos y características deben conformar el proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del SKU A-025; para lograr la optimización del sistema logístico? Por tal efecto, el trabajo de investigación comprende el desarrollo del levantamiento de datos en la distribución interna de productos terminados en almacén, al igual que el aprovechamiento del espacio de almacenamiento, al igual que

verificar si se está realizando una distribución correcta en el almacén, redactando medidas de mejora para este proceso.

6.2. El libro blanco del SGA: Sistema de gestión de almacén

El SGA [3] es el sistema informático que da soporte a toda la organización y gestión del almacén con el objetivo de mejorar sus procesos para optimizar sus recursos (tiempo y dinero) y mejorar el sistema de información para la toma de decisiones, dentro del marco de las directrices del plan logístico.

Al ser un programa que trata de una forma muy especializada un área muy concreta de la empresa (el almacén), en la mayoría de los casos suele consistir en un módulo adicional de nuestro sistema de gestión.

Un SGA posee dos mecanismos básicos de optimización, uno dedicado a optimizar el espacio de almacenaje (mediante una adecuada gestión de ubicaciones) y otro destinado a optimizar los movimientos o flujos de material, bien sean éstos realizados por máquinas o por personas.

Las principales funcionalidades que debe aportar un sistema informático SGA son:

- Gestión de tareas de los operarios y de recursos utilizados.
- Definición de la estructura del almacén:
 - Configuración del espacio y ubicaciones.
 - Definición de zonas.
- Definición de agrupaciones logísticas.
- Entradas y salidas.
- Recepción de mercancías.

6.3. SGA para producción. Mecalux Esmena

Mecalux [6] es una empresa que se dedica a proporcionar soluciones inteligentes de almacenaje. Desarrolla un proyecto de integración real de los procesos de abastecimiento en las líneas de producción con el almacenamiento de producto terminado.

Todos los aspectos a tener en cuenta que detalla han servido en gran medida para el desarrollo de este proyecto:

- Visibilidad del stock en tiempo real.
- Configuración de líneas de producción.
- Gestión de órdenes de producción.
 - Lanzamiento de orden de producción a una línea de producción
 - Abastecimiento de materia prima a la línea de producción
 - Consumo de materia prima en la línea
 - Creación de producto terminado
 - Cierre de la orden de producción

Conclusiones y líneas de trabajo futuras

7.1 Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto puedo decir que se han cumplido todos los objetivos que me propuse al comienzo de este.

En mi trabajo debo usar una aplicación similar y cada día me enfrento con sus carencias, por lo que al ver el resultado de este proyecto, no dudaría en usarlo cada día. Resolvería diversos problemas que me surgen, facilitaría en gran medida mi trabajo y lo más importante se disminuirían las paradas innecesarias de producción.

El objetivo era mejorar la actual aplicación para mejorar el trabajo del operario y reducir las paradas. Estos objetivos se han cumplido.

Actualmente, al comienzo de mi turno en el trabajo, abro la aplicación que me muestra un listado de órdenes pendientes que debo cumplir. Dichas órdenes las genera el operario de la máquina de construcción, lo cual implica varios problemas:

- El operario haya hecho el pedido tarde y el material del que dispone para seguir produciendo sea muy poco y la máquina pare antes de que el carrero le pueda entregar el material.
- El operario de la máquina de construcción pida material sin comprobar si ya dispone de ello. Este caso se presenta en varias ocasiones, con lo que el carrero recoge el material, lo lleva hasta la máquina de construcción y comprueba que ya existe suficiente material. En ese momento debe llevarlo de vuelta a donde lo ha recogido y volver a colocarlo. Esto implica viajes innecesarios y pérdida de tiempo que podría ser empleado en llevar material realmente necesario.
- En el caso de que las órdenes hayan sido generadas con tiempo y que sea necesario el transporte de ese material en la máquina, en la pantalla sólo se muestra: qué material llevar, a qué máquina, y qué cantidad de cubiertas puede realizar con el material que tiene.

- En ese momento, el operario debe calcular cuántos carros debe llevar a esa máquina. Se sabe cuántas cubiertas se deben hacer de ese material porque se le proporciona dicha información en papel. Esto implica que el carrero tiene que parar la carretilla, consultar el pedido en las hojas y hacer los cálculos sabiendo que cada cubierta necesita 2 talones y que cada carro contiene 140 talones. Esto provoca una pérdida de tiempo que se repite con cada orden.
- Una vez sabidos los carros que se tienen que llevar a una máquina. El carrero va a buscarlos a las RTBS, pero no sabe en cuál de ellas se ha fabricado o se están fabricando, con lo que tiene que recorrer el banco de materiales en busca del material, sin saber seguro si hay o no material de ese tipo hecho y almacenado.
- Si se encuentra el material y se carga en la carretilla, se lleva a la máquina que lo necesita. Supongamos que debemos llevar 3 carros para completar la producción, pero al llegar a la máquina el carrero descubre que sólo hay 2 huecos disponibles, por lo que debe devolver uno de ellos de donde lo ha recogido, haciendo de nuevo un trabajo innecesario y provocando otra pérdida de tiempo.

Este proyecto solventa todos esos problemas, puesto que las órdenes se generan automáticamente, sin necesidad de la intervención del operario de la máquina de construcción, de esta forma nunca va a haber un pedido erróneo o fuera de tiempo. Además de que las órdenes que se generan contienen toda la información que el carrero necesita: cuántos carros debe llevar (sin que el carrero tenga que hacer cálculos) teniendo en cuenta también los huecos disponibles y sobre todo dónde está el material que se necesita proporcionando la ubicación exacta.

Además, en el caso de que no haya suficiente material en las RTBS el programa dispone proporciona un listado de otras máquinas que tienen stock de ese material y se le puede quitar para llevarlo a la máquina que más lo necesita para evitar su parada.

Con este programa dejan de ser necesarias también las hojas en papel porque las órdenes muestran cuántas cubiertas debe realizar sin necesidad de consultarlo en las hojas del pedido.

G: Conclusiones y líneas de trabajo futuras

Otro factor importante es que las órdenes se muestran ordenadas. De esta forma no se tiene que estar buscando la más prioritaria. Actualmente se muestran de manera aleatoria y hay que comprobar cuál es la más urgente.

El programa tiene otro punto a su favor y es su sencillez. Uno de los requisitos que me propuse es que su funcionamiento fuese lo más sencillo posible y que la visualización fuese muy intuitiva para el operario. Puede que el carrero tenga conocimientos de informática como es mi caso y que haga más fácil su aprendizaje, pero el puesto de trabajo no requiere ningún tipo de formación, por lo que el carrero no tiene por qué tener ningún conocimiento ni formación, de hecho, puede ser la primera vez que utilice este tipo de herramienta como se han dado casos.

El proceso de aprendizaje de uso no supera unos minutos. Con una breve explicación por parte de un encargado o de la lectura del manual de usuario, el operario puede empezar a trabajar rápidamente y con los conocimientos necesarios para ello.

Puesto que en muchas ocasiones el material se pide tarde y a veces mal, además de la falta de información necesaria, provoca que el carrero en muchas ocasiones no disponga de tiempo para hacer sus descansos correspondientes sin que pare alguna máquina. Esto a nivel productivo no parece importante, puesto que, si el carrero no para la producción sigue, pero para la salud del carrero es importante y que actualmente no se tiene en cuenta.

En conclusión, tenemos un programa sencillo, de fácil y rápido aprendizaje, que facilita enormemente el trabajo el carrero y disminuye los viajes innecesarios y reduce considerablemente el tiempo de paradas de las máquinas de construcción que supone una pérdida económica importante además de provocar que el pedido no se complete a tiempo incumpliendo así el contrato con el cliente.

7.2 Líneas de trabajo futuras

- Implementar el resto de servicios que precisa la producción de una cubierta puesto que sólo se ha desarrollado el servicio de talones.
- Actualmente se necesita a una persona que genera al pedido de talones que deben producir las RTBS. Sabiendo las cubiertas que debe hacer cada máquina, el pedido puede generarse de manera automática y asignar cada código de talones a una RTB.
- En función de la disposición de las máquinas, es decir, cómo están ubicadas dentro de la fábrica, el programa puede generar las órdenes, además de por su urgencia y prioridad, en función del recorrido que tiene que hacer el carrero para optimizar los viajes.
- Obtener un listado de carros transportados por el operario. En la actualidad, no se sabe cuántos carros lleva el operario ni el trabajo que realiza realmente.

Bibliografía

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *DB Browser for SQLite*. (s. f.). <https://sqlitebrowser.org/>
2. *DB Browser for SQLite: Software para crear y editar bases de datos SQLite*. (2018, junio 30). RedesZone. <https://www.redeszone.net/2018/06/30/db-browser-sqlite-bases-datos/>
3. *El libro blanco del SGA V1.0*. (s. f.). studylib.es. <https://studylib.es/doc/8880003/el-libro-blanco-del-sga-v1.0>
4. Fernández, Y. (2019, octubre 30). *Qué es Github y qué es lo que le ofrece a los desarrolladores*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-github-que-que-le-ofrece-a-desarrolladores>
5. GitHub. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GitHub&oldid=130918676>
6. Mecalux. (s. f.). *SGA para Producción*. <https://www.mecalux.es/software/sga/produccion>
7. *Mejora del proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno*. (s. f.). <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/skua025.html>
8. PyCharm. (2020). En *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PyCharm&oldid=992255026>
9. Python, los 5 usos más importantes de este lenguaje de programación. (2018, octubre 19). *El Blog de Akademos*. <https://www.akademos.es/blog/programacion/principales-usos-python/>
10. *Qt Designer Manual*. (s. f.-a). <https://doc.qt.io/qt-5/qtdesigner-manual.html>
11. Zotero | Bibliotecas Universidad de Salamanca. (s. f.). <https://bibliotecas.usal.es/zotero>

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- *Cómo hacer un programa con interfaz gráfica («GUI») en Python con Tkinter: Calculadora básica—YouTube.* (s. f.).
<https://www.youtube.com/watch?v=V-d5N4UJjw>
- *3.9.1rc1 Documentation.* (s. f.). <https://docs.python.org/es/3/>
- *30 métodos de las cadenas—Recursos Python.* (s. f.).
<https://recursospython.com/guias-y-manuales/30-metodos-de-las-cadenas/>
- *(279) Gestión ágil con Scrum en Github usando la extensión Zenhub—YouTube.* (s. f.). <https://www.youtube.com/watch?v=XglfYi36WMA>
- *Actualizar bases de datos SQLite en Android.* (2012, noviembre 28). *Nosinmiubuntu | Ubuntu en concreto, GNU/Linux en general.*
<https://www.nosinmiubuntu.com/actualizar-bases-de-datos-sqlite-en/>
- *Análisis y visualización de datos usando Python: Acceso a base de datos SQLite usando Python y Pandas.* (s. f.).
<https://datacarpentry.org/python-ecology-lesson-es/09-working-with-sql/index.html>
- *Andresnino/PyQt5.* (s. f.). GitHub. <https://github.com/andresnino/PyQt5>
- *cctmexico.* (2018a, junio 3). *2 Ventanas | QT Designer| Python | PyQt5 | Ejemplo|iMuy básico!* <https://www.youtube.com/watch?v=V4ACsfbKtpU>
- *cctmexico.* (2018b, junio 7). *Convertidor unidades |3 ventanas | QT Designer| Python | PyQt5 | Ejemplo|iMuy básico!* <https://www.youtube.com/watch?v=9-cADWSsJEs>
- *¿Como hacer referencias y bibliografía en normas APA? | Normas APA.* (s. f.).
<http://normasapa.com/como-hacer-referencias-bibliografia-en-normas-apa/>
- *Contenido Digital.* (2018, junio 17). *2—Tutorial Python Con Interfaz Gráfica PyQt | Eventos y Abrir Otra Ventana.* <https://www.youtube.com/watch?v=2-gZKRD4CYs>

Bibliografía

- Creación de ejecutables en python, con “pyinstaller”. (2019, marzo 12). *El Programador Chapuzas*.
<https://programacionpython80889555.wordpress.com/2019/03/12/creacion-de-ejecutables-en-python-con-pyinstaller/>
- Crear e importar módulos en Python. (2018, octubre 21). *Código Fuente*.
<https://www.codigofuente.org/crear-e-importar-modulos-python/>
- Ebrahim, M. (2019, enero 24). Tutorial de Python SQLite3 (Programación de bases de datos). *Like Geeks*. <https://likegeeks.com/es/tutorial-de-python-sqlite3/>
- ¿Eliminar el caché de pip? (s. f.).
<https://qastack.mx/programming/9510474/removing-pips-cache>
- Error al capturar el valor de una celda en QTableWidgetItem. (s. f.).
<https://foro.recurso python.com/showthread.php?tid=276>
- Gerson Tantalean. (2014, mayo 18). *Tutorial Zotero en español*.
<https://www.youtube.com/watch?v=jbv xGJdFYdw>
- Jesús Conde. (2014). 07.- Curso de PyQt. Crear archivo .pyw, lanzador aplicación.
<https://www.youtube.com/watch?v=D9 Om KPfeg&list=PLEtcGQaT56cj81xiNCrJnoAjc66uZVXDa&index=8>
- Manuel J. Dávila. (2015, junio 23). 1—Python PyQt (Interfaz gráfica)—Instalación y primer archivo .ui.
<https://www.youtube.com/watch?v=xC9zV3QVqVs&list=PLjARR1053fYm1tNe3lMEqn5acADPxSWTY&index=1>
- Mariano. (2019, marzo 21). Aprende a separar el código funcional de tu diseño en PyQt5. *Pythones*. <https://pythones.net/separar-el-codigo-de-la-interfaz-grafica/>
- Modificar registros en SQL. (s. f.). https://aprende-web.net/progra/sql/sql_10.php
- mysql—Usar variables al formular consulta para filtrar datos de una tabla. (s. f.). Stack Overflow en español. <https://es.stackoverflow.com/questions/127122/usar-variables-al-formular-consulta-para-filtrar-datos-de-una-tabla>

- *Ordenar una lista de Python por dos criterios.* (s. f.). <https://stackoverflow.com/es/q/1269564>
- Pherkad. (2014, febrero 12). Python 3 para impacientes: Ejecutar programas con argumentos. *Python 3 para impacientes*. <https://python-para-impacientes.blogspot.com/2014/02/ejecutar-programas-con-argumentos.html>
- pildorasinformaticas. (2018, febrero 14). *Curso Python. Interfaces gráficas II. Vídeo 43*. <https://www.youtube.com/watch?v=M8oCzDC1Crc&list=PLU8oAlHdN5BlvPxziopYZRd55pdqFwkeS&index=43>
- *Primeros pasos en PyQt 5 y Qt Designer: Programas gráficos con Python | by Hektor Profe | Medium.* (s. f.). <https://medium.com/@hektorprofe/primeros-pasos-en-pyqt-5-y-qt-designer-programas-gr%C3%A1ficos-con-python-6161fba46060>
- Profe, H. (2019, mayo 2). *Primeros pasos en PyQt 5 y Qt Designer: Programas gráficos con Python.* Medium. <https://medium.com/@hektorprofe/primeros-pasos-en-pyqt-5-y-qt-designer-programas-gr%C3%A1ficos-con-python-6161fba46060>
- programacionpython80889555. (2020, septiembre 17). RELOJ DIGITAL CON “PyQt5”. *El Programador Chapuzas*. <https://programacionpython80889555.wordpress.com/2020/09/17/reloj-digital-con-pyqt5/>
- *pyqt5—Agregar un icono de aplicación | pyqt5 Tutorial.* (s. f.). <https://riptutorial.com/es/pyqt5/example/28421/agregar-un-icono-de-aplicacion>
- PyQt5—How to add an item to the ComboBox? (2020, abril 2). *GeeksforGeeks*. <https://www.geeksforgeeks.org/pyqt5-how-to-add-an-item-to-the-combobox/>
- *python - MySQL: Obtener el nombre de columna o el alias de la consulta.* (s. f.). <https://stackoverflow.com/es/q/1212432>

Bibliografía

- Python 3 y SQLite 3—Introducción y ejemplos. (2017, noviembre 21). *Parzibyte's blog*. <https://parzibyte.me/blog/2017/11/21/python-3-sqlite-3-introduccion-ejemplos/>
- *python 3.x—Passing variables in cur.executescript*. (s. f.). Stack Overflow. <https://stackoverflow.com/questions/52274063/passing-variables-in-cur-executescript>
- *PYTHON ejecutar script cada cierto tiempo y al mismo tiempo ejecutar lo que queda del scrip*. (s. f.). Stack Overflow en español. <https://es.stackoverflow.com/questions/369312/python-ejecutar-script-cada-cierto-tiempo-y-al-mismo-tiempo-ejecutar-lo-que-qued>
- *Python hide console Code Example*. (s. f.). <https://www.codegrepper.com/code-examples/python/python+hide+console>
- *python—QTableWidget, centrar texto y cambiar color a un VerticalHeader en específico*. (s. f.). Stack Overflow en español. <https://es.stackoverflow.com/questions/193237/qtablewidget-centrar-texto-y-cambiar-color-a-un-verticalheader-en-especifico>
- *Python Tkinter—Aplicación de Escritorio de Productos con Sqlite3, CRUD - YouTube*. (s. f.). <https://www.youtube.com/watch?v=W2kAF9pKPPE>
- *Python—Cuando ejecuto el exe no obtengo ningún módulo llamado «PyQt5» pero desde el script funciona—WebMonkez.com*. (s. f.). <https://webmonkez.com/questions/34156/cuando-ejecuto-el-exe-no-obtengo-ningun-modulo-llamado-pyqt5-pero-desde-el-script-funciona>
- *python—Ejecutar cierto código cada n segundos*. (s. f.). <https://stackoverflowrun.com/es/q/765939>
- *python—Enable/Disable QPushButton upon row selection in QTableWidget*. (s. f.). Stack Overflow. <https://stackoverflow.com/questions/60500588/enable-disable-qpushbutton-upon-row-selection-in-qtablewidget>

- *python—Obtener el valor de una celda al hacer clic según la columna o de un QTableWidgetItem.* (s. f.). Stack Overflow en español.
<https://es.stackoverflow.com/questions/356340/obtener-el-valor-de-una-celda-al-hacer-clic-seg%C3%ban-la-columna-o-de-un-qtablewidget>
- *python—PyQt5 QComboBox in QTableWidgetItem.* (s. f.). Stack Overflow. Recuperado 7 de enero de 2021, de <https://stackoverflow.com/questions/39720036/pyqt5-qcombobox-in-qtablewidget>
- *Python—QTableWidgetItem—Change the row color.* (s. f.). Stack Overflow.
<https://stackoverflow.com/questions/43512041/qtablewidget-change-the-row-color>
- *QTableWidgetItem set the Background of header Cell.* (2015, octubre 13). Qt Forum.
<https://forum.qt.io/topic/59699/qtablewidget-set-the-background-of-header-cell>
- *Redondear decimal hacia arriba en Python.* (s. f.). Stack Overflow en español.
<https://es.stackoverflow.com/questions/8510/redondear-decimal-hacia-arriba-en-python>
- *SQLite Download Page.* (s. f.). <https://www.sqlite.org/download.html>
- *Support.* (s. f.). <https://help.zenhub.com/support/home>
- *Tkinter—Interface de Python para Tcl/Tk—Documentación de Python—3.9.1rc1.* (s. f.). <https://docs.python.org/es/3/library/tkinter.html>
- *Unknown.* (2011, agosto 26). jferconde: Deseleccionar filas en un QTableWidgetItem. *jferconde.* <http://jferconde.blogspot.com/2011/08/deseleccionar-filas-en-un-qtablewidget.html>
- *Version.* (s. f.). <http://www.mediafire.com/file/3m5ig3l2oiwx4da/version.txt/file>