

**“ACTUALIZACIÓN DE SISTEMA DE CAPTURA DE DATOS PARA
EL ANALISIS DE EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS OEE
(OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE PROCESO DE
MAQUINADO CNC A DESARROLLO DIGITAL”**

**Propuesta de Investigación
por:**

MARIO A. CISNEROS SOTO 1813258 IMA
SOPHIA A. CANALES CAMPOS 1873631 IMA
RICARDO A. RAMOS SERNA 1797258 IMA
BRAYAN A. HERNANDEZ MORALES 1808400 IMA

Supervisado por:

M.C Isaac Estrada García

Agradecimientos

Al docente

“Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a usted nuestro profesor, les debo conocimientos. Donde quiera que vaya, lo llevaremos con nosotros. Su semilla de conocimientos germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.”

A nuestros padres

“Ustedes han sido siempre el motor que impulsa nuestros sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a nuestro lado en los días y noches más difíciles durante las horas de estudio. Siempre han sido las mejores guías de vida.

A mis compañeros:

“A nuestros compañeros de equipo por desarrollar sus conocimientos de manera avanzada ejecutando un trabajo en equipo y cumpliendo con los objetivos a cumplir y trabajando de manera concisa y desarrollando un trabajo optimo.

ÍNDICE

RESUMEN	1
PALABRAS CLAVE:	1
ABSTRACT	1
KEYWORDS:	1
ABREVIACIONES	1
1. INTRODUCCIÓN	2
MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN AL TEMA	2
2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	3
ANTECEDENTE DE TOMA DE FACTORES	5
3. HIPÓTESIS	8
OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL:	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. SECCIÓN EXPERIMENTAL	9
MATERIALES	9
MICROSOFT OFFICE EXCEL	9
VISUAL BASIC	10
EQUIPO CNC	11
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	12
METODOLOGÍA	12
DIGITALIZADO	13
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 CNC A	17
5.2 CNC B	18
5.2 CNC C	19
6. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO	21
REFERENCIAS	22
APÉNDICES	24
CRONOGRAMA	25
CONTRAPORTADA	26

RESUMEN

El desarrollo del proyecto fue dada a una investigación planteada en el cual se cumplió con los objetivos generales y dio un resultado positivo. La captura de datos digitales nos facilitó el manejo de grandes cantidades de información la cual pudimos manejar mediante la utilización del software y aplicación del desarrollo de cada parte a evaluar y su posterior análisis es una fuente fundamental de información para cualquier tipo de empresa y sirve para tomar decisiones y trazar estrategias más efectivas basadas en datos veraces, contrastados y debidamente recopilados. La gestión de datos consiste en recopilar, mantener y utilizar datos de manera segura, eficiente y rentable. El objetivo de la gestión de datos es ayudar con la información y a optimizar el uso de los datos dentro de los límites de las políticas y normativas, para que puedan tomar decisiones y tomar medidas que maximicen el beneficio para la empresa. El Rendimiento o Eficiencia se obtiene de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido, el cálculo nos permite conocer tu productividad real y cuál de los indicadores OEE está afectando a tu eficiencia productiva, cuándo se produce y por qué motivo.

PALABRAS CLAVE:

Eficiencia, Control numérico computarizado; Excel, Calculo, Captura de Datos, Análisis, Modelo Operacional Capturabilidad y Optimización.

ABSTRACT

The development of the project was given to proposed research in which the general objectives were met and gave a positive result. The digital data capture facilitated the management of large amounts of information which we were able to handle using software and application of the development of each part to be evaluated and its subsequent analysis is a fundamental source of information for any type of company and serves to make decisions and draw more effective strategies based on truthful, contrasted and properly collected data. Data management is about collecting, maintaining and using data in a secure, efficient and cost-effective manner. The objective of data management is to help with information and to optimize the use of data within the limits of policies and regulations, so that they can make decisions and take actions that maximize the benefit to the company. The Yield or Efficiency is obtained by dividing the amount of parts actually produced by the amount of parts that could have been produced, the calculation allows us to know your actual productivity and which of the OEE indicators is affecting your production efficiency, when it occurs and for what reason.

Keywords:

Efficiency, Computerized Numerical Control; Excel, Calculation, Data Capture, Analysis, Operational Model Capturability and Optimization.

ABREVIACIONES

EFF, CNC, EXE, CP, ANALISIS, MO Y OPTI.

1. INTRODUCCIÓN

El equipo planea un cambio en la captura de datos para pasar de manera manual de toma de datos a una interfaz digital en la cual desarrollara los cálculos de manera eficiente y cumplir con los objetivos planteados para el desarrollo del cálculo del OEE. Pasar a tener un control más preciso como lo es la era digital, tomando la captura de datos de manera manual a manera digital capturando los datos en un sistema en el cual reconoce la información y reducir los tiempos muertos o demoras que se hacen presente en el proceso de maquinado de piezas mediante Máquinas CNC debido a que afecta directamente en el indicador OEE y la producción.

MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN AL TEMA

El tema es de gran importancia debido a que en diversas empresas se llevan a cabo procesos de maquinado y toman sus datos de una manera antigua análoga y lo que se busca es digitalizar ese proceso y nosotros al tener un indicador OEE analizaremos los desperdicios más comunes tales como retrabajos, tiempos de espera, defectos, movimientos, etc. que impiden que las máquinas funcionen a pleno rendimiento y así realizar acciones correctivas para evitar este tipo de retrasos.

El beneficio que tiene este trabajo es el incrementar la eficiencia (OEE) de las máquinas contribuyendo directamente al aumento de la producción y mejoramiento de la calidad de las piezas maquinadas para la satisfacción de la comunidad a la que está destinada el producto fabricado.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

• Antecedentes

La eficiencia es un fenómeno ampliamente estudiado en el ámbito económico. Hace referencia a la necesidad de menores asignaciones de factores para la producción de un determinado nivel de bienes y servicios.

Condiciones necesarias para la eficiencia

A menudo suele relacionarse la eficiencia con la disminución de la cantidad de factores de producción en una determinada actividad, el menor coste económico resultante de un proceso.

Del mismo modo, se atribuye a aquellas situaciones que provocan la mayor satisfacción posible de los participantes de un modelo económico.

Para la mejor o peor utilización de los recursos empleados influyen importantes factores como el aprendizaje o saber hacer (know-how). La especialización en bienes y servicios también es importante. De la misma forma ocurre con la posesión de recursos naturales y materias primas y la existencia del concepto de ventajas competitivas y ventajas absolutas.

El **OEE** compara la capacidad de producción de un equipo con la cantidad efectivamente producida, es decir, es un indicador utilizado para traducir la eficiencia de las máquinas de una fábrica y para medir la capacidad de fabricación de nuevos productos. A partir de esta métrica, se puede saber cuánto tiempo se dedica realmente a la producción. Calcular el OEE es esencial para reducir las pérdidas y aumentar el rendimiento de las máquinas, mejorando su funcionamiento.

La fórmula que representa el cálculo es **OEE = disponibilidad x calidad x rendimiento**.

Disponibilidad: Cantidad de tiempo que un equipo funcionó en comparación con el periodo en que estuvo disponible para funcionar, es decir, parado. Esta parada puede ser planificada o no planificada.

Disponibilidad % = (Tiempo en producción / Tiempo programado para producir) * 100 %

Es decir, cuanto más tiempo se produzca, mayor será la disponibilidad. Cuanto menor sea la disponibilidad, mayor será el tiempo de parada del equipo.

Calidad: Índice utilizado para medir los productos y las piezas defectuosas que no pueden entregarse al cliente. Por lo tanto, es esencial mantener el control y supervisar constantemente la producción en serie.

Calidad % = (Cantidad de productos buenos / Cantidad total producida) * 100 %

Rendimiento: Evalúa el ritmo de producción y levanta datos sobre la velocidad de

EFICIENCIA



Ilustración 1 – DEF. DE EFICIENCIA

producción de un determinado artículo al realizar una comparación con el nivel de agilidad esperado. El rendimiento compara la cantidad producida con la cantidad teórica que podría haberse producido mientras el equipo estaba produciendo, independientemente de la calidad de lo producido, y se calcula como sigue:

$$\text{Rendimiento \%} = (\text{Cantidad de producción real} / \text{Cantidad de producción teórica}) * 100\%$$

Ventajas

Genera conciencia a los operarios sobre sus indicadores.

Permite implementar herramientas de Lean Manufacturing.

Implementación más rápida.

Desventajas

- Información inexacta.
- Tiempo de respuesta tardío.
- Tiempo largo de implementación.
- Información e indicadores no estandarizado entre plantas.
- Curva larga de aprendizaje.

El control numérico computarizado es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta. Entre esas máquinas herramienta, tanto estáticas como portátiles, podemos mencionar: fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa, brazo robotizado, etc. Las máquinas de gran porte cuentan con una computadora dedicada que forma parte del equipo, y la mayoría dispone de un sofisticado sistema de realimentación que monitorea y ajusta constantemente la velocidad y posición de la herramienta de corte. Las máquinas menos exigentes usadas en talleres admiten el uso de una computadora personal externa. El controlador CNC trabaja en conjunto con una serie de motores (servomotores y/o motores paso a paso), así como componentes de accionamiento para desplazar los ejes de la máquina de manera controlada y ejecutar los movimientos programados.

Una máquina CNC, por lo tanto, consiste en seis elementos principales:

- Dispositivo de entrada
- Unidad de control o controlador
- Máquina herramienta
- Sistema de accionamiento
- Dispositivos de realimentación (sólo en sistemas con servomotores)
- Monitor

ANTECEDENTE DE TOMA DE FACTORES:

Toma de capturas anteriores

Pagina 1 / 1

TALLER DE MAQUINADO

Forma				Publicidad	
No Documento	Forma	Confidencial	Confidencial	Confidencial	Confidencial
SOF-08743	No Revisión	2	March 16, 2016	March 16, 2016	February 16, 2016
<p>El historial de revisiones anteriores se ha conservado en el archivo con una versión anterior de este documento.</p>					

Registro de tiempos

ADITAMENTO	DET.	NOTIFICACION	# 89APA	CLAVE	TIEMPO	FECHA
XYIITAP00166	8-26		202		1.0 hrs	
89IITAP100430	1		202		4.0 hrs	2-5-22
XYIITAP00166	8-20		202		2.5 hrs	
89IITAP001867	2		207		6.0	
89IITAP100430	2-3	ajuste	207		1.5	3-5-22
89IITAP100138		ajuste	207		1.5	
XYIITAP000004	40-1		202		7.0 hrs	3-5-22
89IITAP1004010		# ajuste	107		2.0 hrs	2-5-22
XYIITAP166	8		107		3.0 hrs	
	9		107		3.0 hrs	
89IITAP000005	16		107		8.0 hrs	3-5-22
XYIITAP00166		ajuste	207		3.5	4-5-22
89IITAP00515	13	ajuste	207		5.0	
XYIITAP00166	Ajuste	OK	202		1.5 hrs	
89IITAP01238	112	OK	202		1.5 hrs	4-5-22
89IITAP01329	1	OK	202		2.5 hrs	
89IITAP01329	185	OK	202		2.0 hrs	
89IITAP01238	111-7	OK	207		2.0 hrs	
	111-6	OK	207		3.5 hrs	
		202000 51042014	207		1.5 hrs	5-5-22
89IITAP100470			207		1.5 hrs	

Clave	nva / Inc	Causa
10		Buscar herramienta
40		Maquina calda
60		Retrabajos
90		Otras
100		Reparaciones
110		Junta & Stand down

La información contenida en este documento es propiedad de Caterpillar y no puede ser copiada o transmitida a otros fuera de Caterpillar sin el consentimiento por escrito del propietario del documento designado.

Ilustración 2 - ANTECEDENTE DE TOMA DE FACTORES

Página 1 / 1

TALLER DE MAQUINADO

Tool-LIS Registro de Tiempos				Published	
Form				Confidential Green	
No Documento:	SOP-08743	No Revisión:	2	Fecha Efectiva:	March 16, 2016
Dueño(s):	Jose Soto (sotowjm)	Autor:	Julio Reyes Marquer	Fecha Revision:	February 16, 2023
Documento No Controlado cuando es Impreso - Solo como Referencia					
El historial de revisiones anteriores se ha conservado en el archivo con una versión anterior de este documento.					

Registro de tiempos

Maquina.....	ADITAMENTO	DET.	NOTIFICACION	# 89APA	CLAVE	TIEMPO	FECHA
			15540	107		25.0 hrs	
			Ajuste	107		1.0 hrs	
	8911TAP01320			107		2.5 hrs	
	XG11TAP40015	200		107		2.0 hrs	30-5-22
	XG12TMW216		Ajuste	107		2.0 hrs	
	8911TAP01320	21-5		202		3.5 hrs	
	8911TAP01320	21-7		202		2.0 hrs	31-5-22
	XG11TAP40015	201		202		2.0 hrs	
	XG11TAP40015	201		107		2.5 hrs	
		2007		107		1.5 hrs	
		201-b		107		1.5 hrs	
	XG12TMW216	L		107		2.5 hrs	31-5-22
	8911TAP01329	041 B		202		3.0 hrs	
	8911TAP01329	182		202		3.5 hrs	1-6-22
	8911TAP01329	184		202		1.0 hrs	
	8911TAP1320	15-16		107		1.0 hrs	
	8911TAP1238	112		107		2.0 hrs	
	//	111		107		2.0 hrs	06-22
	8911TAP1329	41A		107		2.0 hrs	
	//	184		107		1.0 hrs	
	201000698407			202		2.0 hrs	
	Placas esp 25mm y 30 mm			202		13.0 hrs	2-06-22
	8915TAF0005	Ajuste		202		2.0 hrs	
	8915TAF0006	24				7.0 hrs	
	0006		Ajuste			2.0 hrs	2-6-22

Tiempo Muerto		
Clave	nva / inc	Causa
10		Buscar herramienta
40		Maquina calda
60		Retrabajos
90		Otras
100		Reparaciones
110		Junta & Stand down

La información contenida en este documento es propiedad de Caterpillar y no puede ser copiada o transmitida a otros fuera de Caterpillar sin el consentimiento por escrito del propietario del documento designado.

Ilustración 3 - ANTECEDENTE DE TOMA DE FACTORES

Página 1 / 1

TALLER DE MAQUINADO

Form				Published	
Talleres de Maquinado				Confidential Green	
Documento: SOP-08743	No Revisión:	2	Fecha Efectiva:	March 16, 2016	
Dueño(s): Jose Soto (sotovjm)	Autor:	Julio Reyes Marquez	Fecha Revisión:	February 16, 2021	
Documento No Controlado cuando es Impreso - Solo como Referencia					
El historial de revisiones anteriores se ha conservado en el archivo con una versión anterior de este documento.					

Registro de tiempos

ADITAMENTO	DET.	NOTIFICACION	#89APA	CLAVE	TIEMPO	FECHA
8911TAP01338	112-3	OK	202		1.5 hrs	5-5-22
8911TAP01329	182		202		6.0 hrs	5-5-22
8911QPI470	6		107		3.0 hrs	5-5-22
8911TAF00005	24		107		4.0 hrs	5-5-22
8911TAF00005	24		107		1.0 hrs	5-5-22
8911TAF00005	24		207		5.0	6-5-22
8911TAF00005	37-3		207		1.5	6-5-22
8911TAF00005		AJUSTE	107	OK	6-5	6-5-22
8911TAP1076		AJUSTE	107		1.5	6-5-22
8911TAF00005	37-3	OK	202		1.0 hrs	6-5-22
102000509478		OK	202		4.0 hrs	6-5-22
8911TAF00005		Ajuste	202		2.5 hrs	6-5-22
8911TAF00005	37-4	OK	202		3.0 hrs	7-5-22
8911TAF00005	37-5	OK	202		3.0 hrs	7-5-22
8911QPI00269	7	OK	202		1.5 hrs	7-5-22
8911QPI01474	1	AJUSTE	207		2.0	6-5-22
8911QPI01269	1	AJUSTE	207		2.0	6-5-22
8911TAF00005	1	AJUSTE	207		3.5	6-5-22
8911QPI01505	1		207		4.0	
8911TAP00831	12	OK	207		1.0	10-5-22
8911TAP11094	33	OK	207		2.5	10-5-22

Tiempo Muerto		
Clave	nva / inc	Causa
10		Buscar herramienta
40		Maquina calda
60		Retrabajos
90		Otras
100		Reparaciones
110		Junta & Stand down

La información contenida en este documento es propiedad de Caterpillar y no puede ser copiada o transmitida a otros fuera de Caterpillar sin el consentimiento por escrito del propietario del documento designado.

Ilustración 4 - ANTECEDENTE DE TOMA DE FACTORES

3. HIPÓTESIS

Al hacer el cambio de análisis manual a uno digital, el análisis de los datos de lo que será la maquinaria para utilizar, el personal, el conocimiento, el nivel de experiencia del personal y buena coordinación encontraremos los datos base con la ayuda del análisis de del indicador OEE y hará que reduzca tiempo en el análisis de datos y arroje más rápido al momento de captura y optimizara el tiempo reduciéndolo y el proceso más eficaz.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Creación de sistema de toma de datos manual mediante la creación de un sistema de captura de datos digital logrando rendir menos tiempo en la toma y un registro más controlado de los datos capturados.

Objetivos Específicos

- a) **Preparar.** El plan para desarrollar para la recolección de información y de datos del estudio de las pruebas.
- b) **Evaluar.** Los datos recopilados mediante filtros y destacar lo esencial para el estudio.
- c) **Sintetizar.** Creación de sistema de captura de datos para su análisis y escoger valores óptimos para el análisis.
- d) **Medir.** Los resultados de los análisis de eficiencia de la máquina ya aplicado el análisis.
- e) **Comparar.** Los resultados antes y después del análisis aplicado.
- f) **Examinar.** Los resultados siguientes para seguir optimizando el proceso y así ir verificando completar una mejora continua.

4. SECCIÓN EXPERIMENTAL

MATERIALES

Tomamos Excel como fuente base para la creación del sistema por sus fórmulas y su manera de administrar los datos y el registro rápido que se tiene.

MICROSOFT OFFICE EXCEL

Cuenta con cálculo, gráficas, tablas calculares y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para aplicaciones. Ha sido una hoja de cálculo muy aplicada para estas plataformas, especialmente desde la versión 5 en 1993, y ha reemplazado a Lotus 1-2-3 como el estándar de la industria para las hojas de cálculo. Excel forma parte de la suite de software Microsoft Office.

Utilidad

Excel permite a los usuarios elaborar tablas y formatos que incluyan cálculos matemáticos mediante fórmulas; las cuales pueden usar “operadores matemáticos” como son: + (suma), - (resta), * (multiplicación), / (división), ^ (potenciación), > (mayor), < (menor), %(porcentaje), >=(mayor o igual que), <=(menor o igual que); además de poder utilizar elementos denominados “funciones” (especie de fórmulas, pre-configuradas) como, por ejemplo: Suma, Promedio, Buscar, etc.

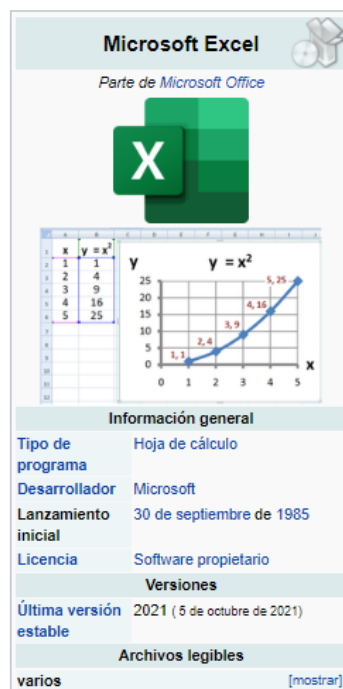


Ilustración 5 - INFO DE EXCEL

Especificaciones, límites y problemas

Las características, especificaciones y límites de Excel han variado considerablemente de versión en versión, exhibiendo cambios en su interfaz operativa y capacidades desde el lanzamiento de su versión 12.0 conocida como Excel 2007. Esto también ha hecho que las personas sientan una evolución positiva dentro del programa y dado a su usuario una mejor calidad y opción de hoja ya que tiene más de 15 tipos de estas. Se puede destacar que mejoró su límite de columnas ampliando la cantidad máxima de columnas por hoja de cálculo de 256 a 16 384 columnas.

Problema de manejo de fechas anteriores a 1900

Uno de los problemas conocidos y relevantes de esta hoja de cálculo es el hecho de su «incapacidad para manejar fechas anteriores a 1900 (incluyendo versiones para Mac OS X), es decir, no puede manejar campos en formato de fecha anteriores a dicho año (como acontecimientos históricos). Este problema se ha venido presentando desde versiones más antiguas de 16 bits, persistiendo aún en la versión actual.

VISUAL BASIC

Visual Basic (VB) es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo.



La última versión fue la 6, liberada en 1998, para la que Microsoft extendió el soporte hasta marzo de 2008.

En 2001 Microsoft propuso abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a un framework o marco común de librerías, independiente de la versión del sistema operativo .NET Framework, a través de Visual Basic .NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos); fue el sucesor de Visual Basic 6.

Aunque Visual Basic es de propósito general, también provee facilidades para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects o ActiveX Data Objects.

Visual Basic contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que integra editor de textos para edición del código fuente, un depurador, un compilador (y enlazador) y un editor de interfaces gráficas o GUI.

Los compiladores de Visual Basic generan código que requiere una o más librerías de enlace dinámico para que funcione, conocidas comúnmente como DLL (sigla en inglés de Dynamic-Link Library); en algunos casos reside en el archivo llamado MSVBVMxy.DLL (siglas de "MicroSoft Visual Basic Virtual Machine x.y", donde x.y es la versión) y en otros en VBRUNXXX.DLL ("Visual Basic Runtime X.XX"). Estas bibliotecas DLL proveen las funciones básicas implementadas en el lenguaje, conteniendo rutinas en código ejecutable que son cargadas bajo demanda en tiempo de ejecución. Además de las esenciales, existe un gran número de bibliotecas del tipo DLL con variedad de funciones, tales como las que facilitan el acceso a la mayoría de las funciones del sistema operativo o las que proveen medios para la integración con otras aplicaciones.

Dentro del mismo Entorno de desarrollo integrado (IDE) de Visual Basic se puede ejecutar el programa que esté desarrollándose, es decir en modo intérprete (en realidad pseudo-compila el programa muy rápidamente y luego lo ejecuta, simulando la función de un intérprete puro). Desde ese entorno también se puede generar el archivo en código ejecutable (exe); ese programa así generado en disco puede luego ser ejecutado sin requerir del ambiente de programación (incluso en modo stand alone), aunque sí será necesario que las librerías DLL requeridas por la aplicación desarrollada se encuentren también instaladas en el sistema para posibilitar su ejecución.

EQUIPO CNC

En la actualidad, encontramos máquinas CNC en casi todas partes, que ya no solo abarcan los grandes establecimientos industriales, sino también talleres de todo tipo, tanto de pequeña como mediana envergadura.

Prácticamente no existe ámbito alguno de un proceso de fabricación que no dependa de estas poderosas y versátiles máquinas.

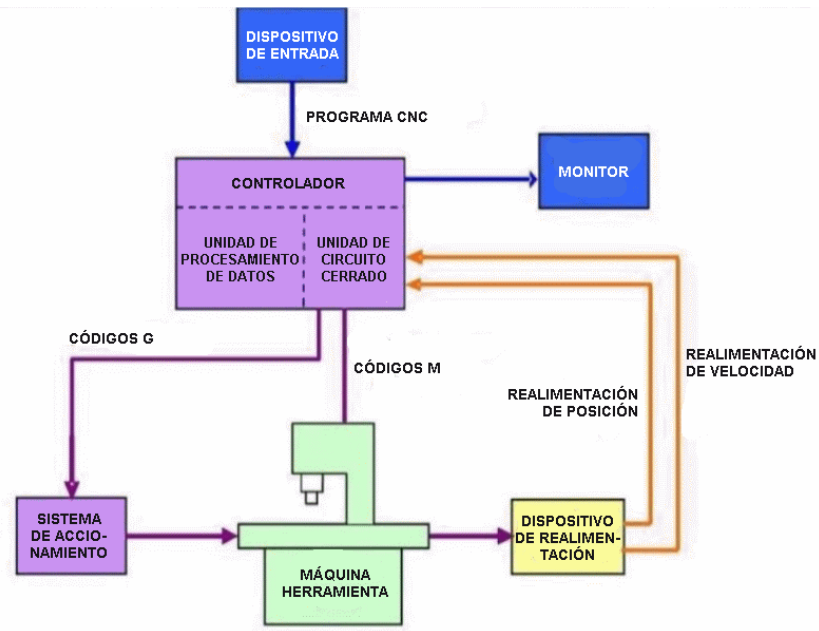


Ilustración 6 - DIAGRAMA DE PROCESO DE CNC

Sin embargo, a pesar de su amplia aplicación, pocos fuera del entorno industrial están familiarizados con el fundamento de la tecnología CNC y desconocen su funcionamiento y utilidad.

Por lo tanto, en este artículo vamos a desarrollar una breve exposición para informar y brindar algunos conceptos útiles.

Las aplicaciones que se le pueden dar a una máquina CNC parecen ser interminables, dependen en gran medida de tu creatividad y del tipo de máquina que sea, pues existen diferentes tipos que se ajustan en mayor o menor medida a tus necesidades.

Son usadas por pequeños y grandes empresarios, pero también en talleres personales de aficionados.

Sus usos no se restringen a un sector del mercado, pues tienen utilidad en el mundo de la ebanistería, carpintería, interiorismo, diseño industrial, industria textil, en fabricación de piezas, en publicidad... por mencionar solo algunos de usos más comunes.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

METODOLOGÍA

Mediante la actualización del proceso con el uso de un archivo de recopilación de datos se desarrollarán los aspectos a mejorar tanto del área desperdicio, demoras, calidad y mantenimiento. Y así obteniendo una mejora continua del proceso el cual aplicando el desarrollo de nuestra actualización del análisis del proceso será más concisa la mejora.

La fórmula que representa el cálculo es **OEE = disponibilidad x calidad x rendimiento**.

Disponibilidad: Cantidad de tiempo que un equipo funcionó en comparación con el periodo en que estuvo disponible para funcionar, es decir, parado. Esta parada puede ser planificada o no planificada.

Disponibilidad % = (Tiempo en producción / Tiempo programado para producir) * 100 %

Es decir, cuanto más tiempo se produzca, mayor será la disponibilidad.

Calidad: Índice utilizado para medir los productos y las piezas defectuosas que no pueden entregarse al cliente.

Calidad % = (Cantidad de productos buenos / Cantidad total producida) * 100 %

Rendimiento: Evalúa el ritmo de producción y levanta datos sobre la velocidad de producción de un determinado artículo al realizar una comparación con el nivel de agilidad esperado.

Rendimiento % = (Cantidad de producción real / Cantidad de producción teórica) * 100%

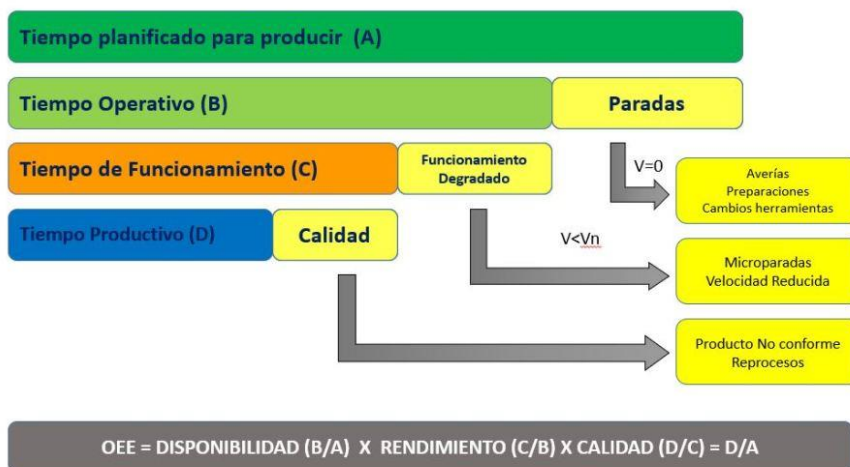


Ilustración 7 - PLANIFICACIÓN DE CALCULO DE OEE

DIGITALIZADO

Nuestro método para digitalizar este proceso manual de captura de datos se llevó a cabo en Excel, mediante la programación en Visual Basic. Esta herramienta es de gran utilizada debido a que su principal función es automatizar tareas cotidianas, así como crear formularios como lo realizamos nosotros.

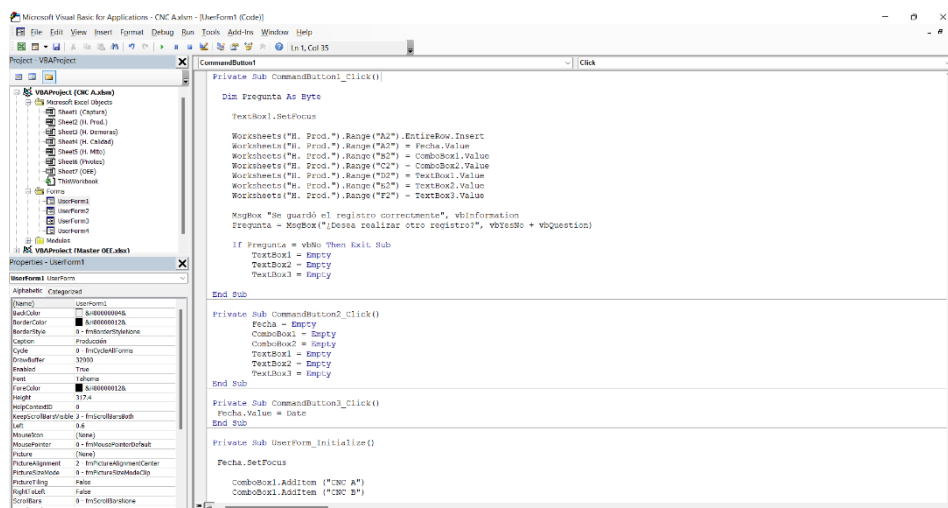


Ilustración 8 - USO DE VISUAL BASIC

Básicamente, nuestro formato digitalizado está dividido en 4 formularios:

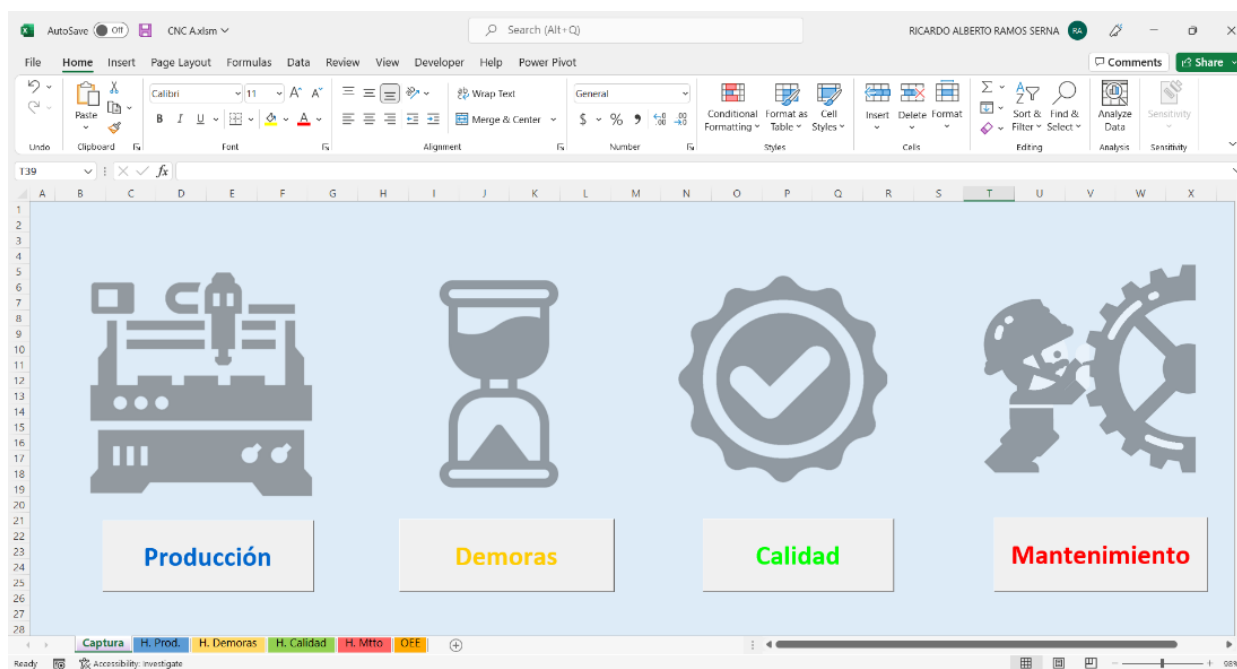


Ilustración 9 - MENU DE OPCIONES

1. Producción. Este formulario programado para capturar los números de parte maquinados a través del día además de colocar las horas base que se le dedicó a tal pieza.



Ilustración 10 - APARTADO DE PRODUCCIÓN

2. Demoras. Este formulario está programado para capturar los eventos que no aportan algún valor agregado a nuestro proceso de maquinado, comúnmente conocidos como “desperdicios”.



Ilustración 11- APARTADO DE DEMORAS

3. Calidad. Este formulario está programado para capturar las piezas que han sido rechazadas por parte del personal de calidad, es decir, piezas que no cumplen con los estándares de calidad de la organización.

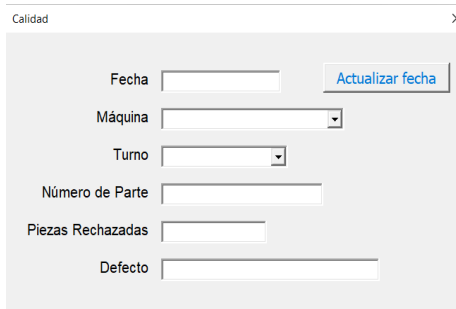



Ilustración 12- APARTADO DE CALIDAD

- Mantenimiento. Este formulario está programado para capturar los paros programados o no programados que se deben hacer para poder realizar el respectivo mantenimiento preventivo o correctivo a las máquinas CNC



Ilustración 13- APARTADO DE MANTENIMIENTO

La captura de estos datos se registra en diferentes tablas que nos van a servir como base de datos para realizar el cálculo automático del OEE.

H. Prod.	H. Demoras	H. Calidad	H. Mtto
----------	------------	------------	---------

Con estos datos creamos una tabla individual para cada máquina, en donde podemos previsualizar, de acuerdo con el mes y día seleccionado:

- ✓ Horas base
- ✓ Horas de paro de la máquina
- ✓ Cantidad de piezas producidas (buenas y malas)
- ✓ Horas disponibles de la máquina
- ✓ Porcentaje de Uptime, Desempeño y Calidad
- ✓ Porcentaje de OEE

CNC A

☐ Enero
☐ Febrero
☐ Marzo
☐ Abril
☐ Mayo
☐ Junio

☐ Julio
☐ Agosto
☐ Septiembre
☐ Octubre
☒ Noviembre
☐ Diciembre

Horas de Paro en máquinas

Horas disponible de máquina

Fecha	Ho	Día	Tard	Noch	Piezas Producida	Piezas Mala	Piezas Buena	24	Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
01/11/2022	18.65	0	0	0	26	13	13	24	100%	78%	50%	39%
02/11/2022	20.95	0	0	0	31	12	19	24	100%	85%	61%	52%
03/11/2022	13.95	0	3	0	25	11	14	21	88%	66%	56%	33%
04/11/2022	15.6	0	0	0	23	14	9	24	100%	65%	39%	25%
05/11/2022	12.05	0	0	0	27	10	17	24	100%	50%	63%	32%
06/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
07/11/2022	17.25	0	0	0	26	12	14	24	100%	72%	54%	39%
08/11/2022	18.75	0	0	0	31	9	22	24	100%	78%	71%	55%
09/11/2022	19	2	0	0	25	9	16	22	92%	86%	64%	51%
10/11/2022	16.75	0	0	0	23	8	15	24	100%	70%	65%	46%
11/11/2022	17.65	0	0	0	27	6	21	24	100%	74%	78%	57%
12/11/2022	19.8	0	0	0	33	5	28	24	100%	83%	85%	70%
13/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
14/11/2022	20.25	0	0	0	38	4	34	24	100%	84%	89%	75%
15/11/2022	19.8	0	0	0	40	3	37	24	100%	83%	93%	76%
16/11/2022	23.85	0	0	0	29	3	26	24	100%	99%	90%	89%
17/11/2022	19.55	0	0	0	32	3	29	24	100%	81%	91%	74%
18/11/2022	21.35	0	0	0	38	3	35	24	100%	89%	92%	82%
19/11/2022	22.2	0	0	0	46	3	43	24	100%	93%	93%	86%
20/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
21/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
22/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
23/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
24/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
25/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
26/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
27/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		
28/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	24	100%	0%		

Ilustración 14 – EJEMPLO DE HOJA DE TRABAJO

Ilustración 14 – EJEMPLO DE HOJA DE TRABAJO

A través de “Queries & Connections”, juntamos la información de las 3 máquinas CNC en un archivo Master la cual nos permite crear nuestro Dashboard para visualizar de una manera más clara, de acuerdo con el día y mes, los porcentajes que se obtuvieron de Uptime, Desempeño, Calidad y OEE. Además, podemos observar mediante un Diagrama 80-20 los principales eventos que afectaron a nuestros indicadores.

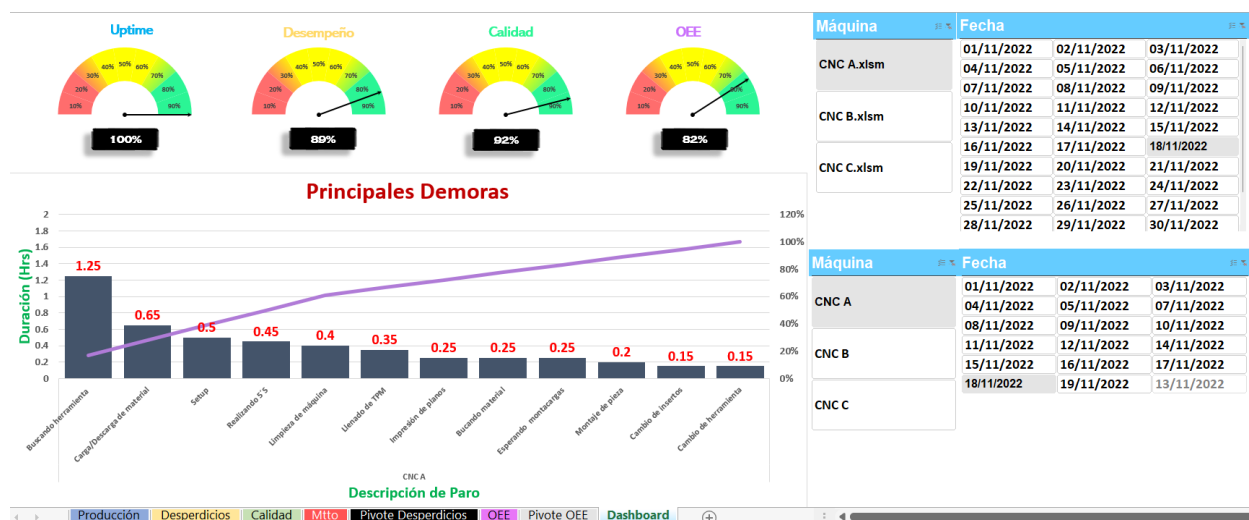


Ilustración 15 - EJEMPLOS DE RESULTADOS ARROJADOS

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 CNC A

Resultados obtenidos antes de implementar formato digital:

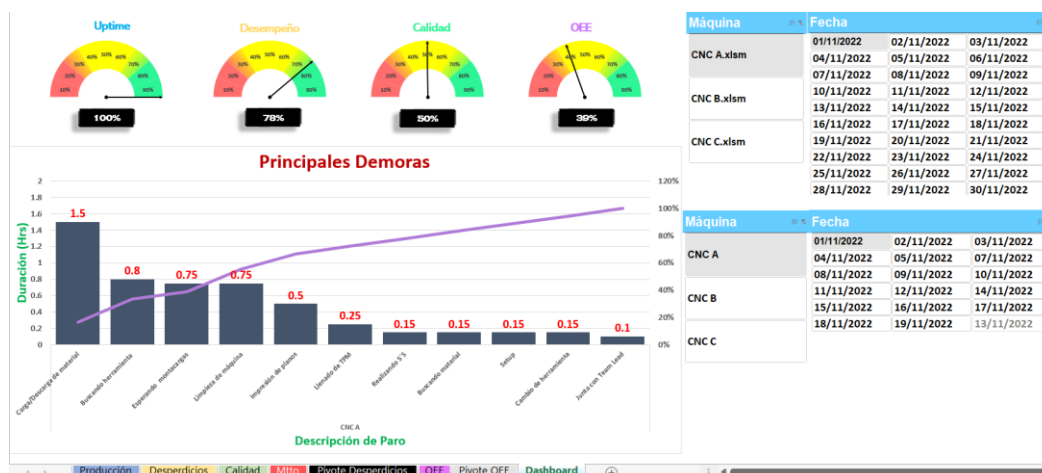


Ilustración 16 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC A

Tabla 1 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC A

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	78%	50%	39%

Resultados obtenidos después de implementar formato digital:

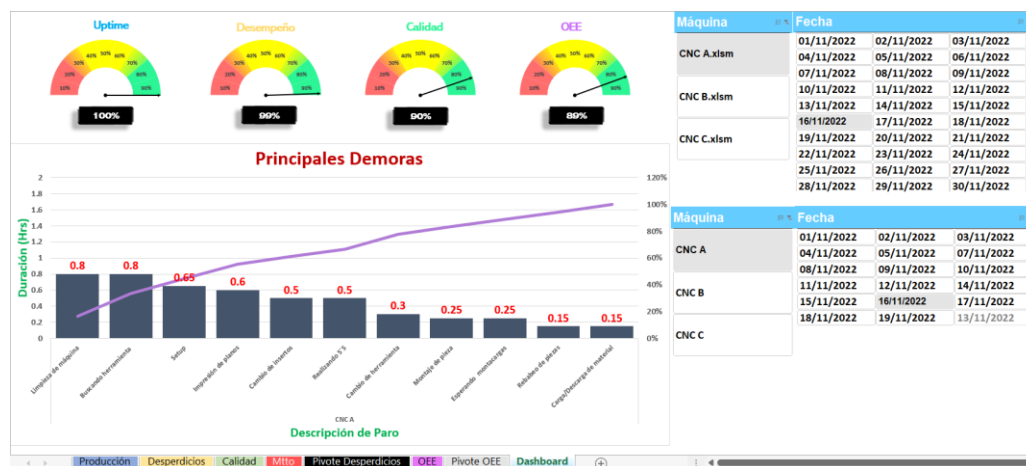


Ilustración 17 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC A

Tabla 2 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC A

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	99%	90%	89%

5.2 CNC B

Resultados obtenidos antes de implementar formato digital:

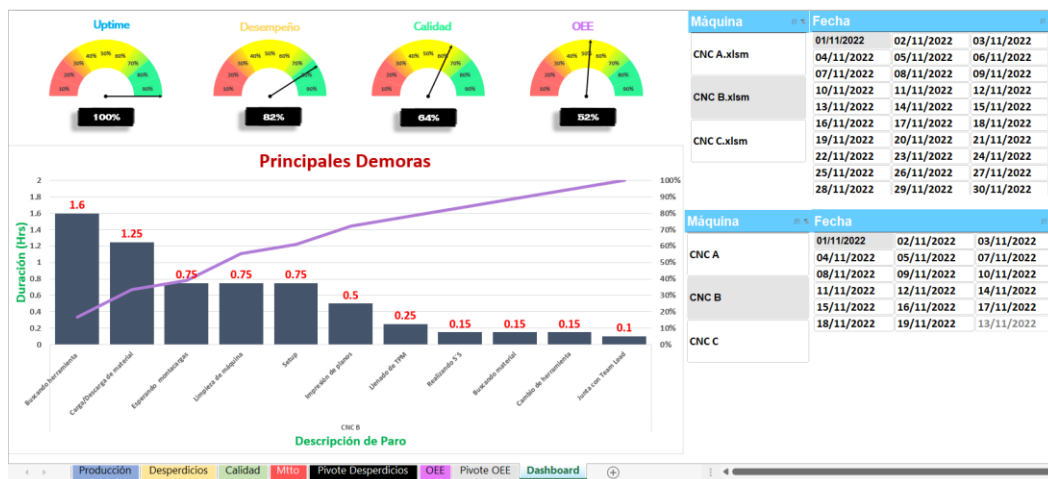


Tabla 3 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC B

Ilustración 18 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC B

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	82%	64%	52%

Resultados obtenidos después de implementar formato digital:

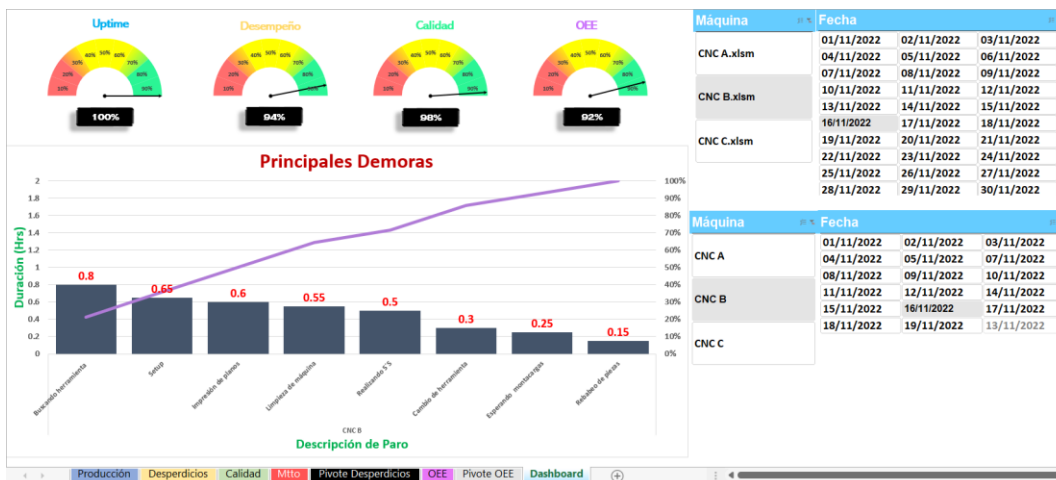


Ilustración 19 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC B

Tabla 4 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC B

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	94%	98%	90%

5.2 CNC C

Resultados obtenidos antes de implementar formato digital:

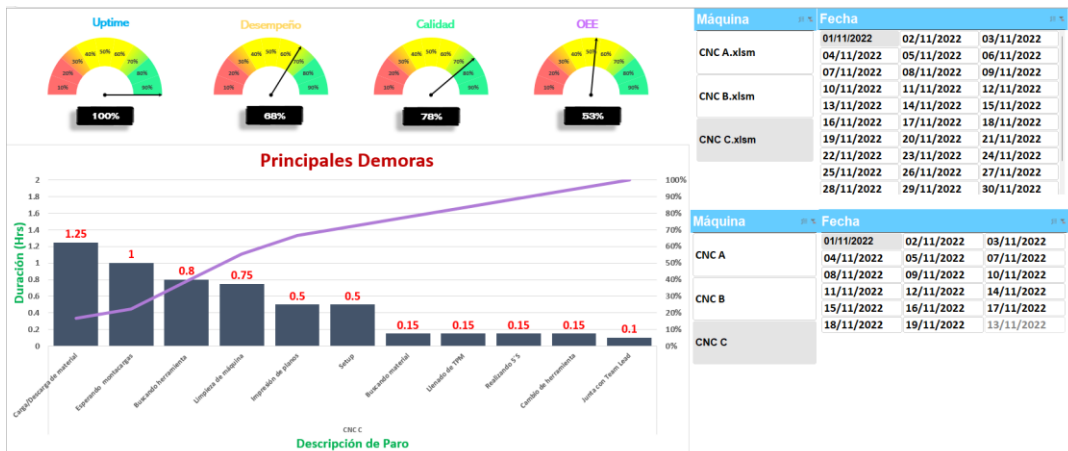


Ilustración 20 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC C

Tabla 5 - RESULTADOS ANTERIORES DE CNC C

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	68%	78%	53%

Resultados obtenidos después de implementar formato digital:

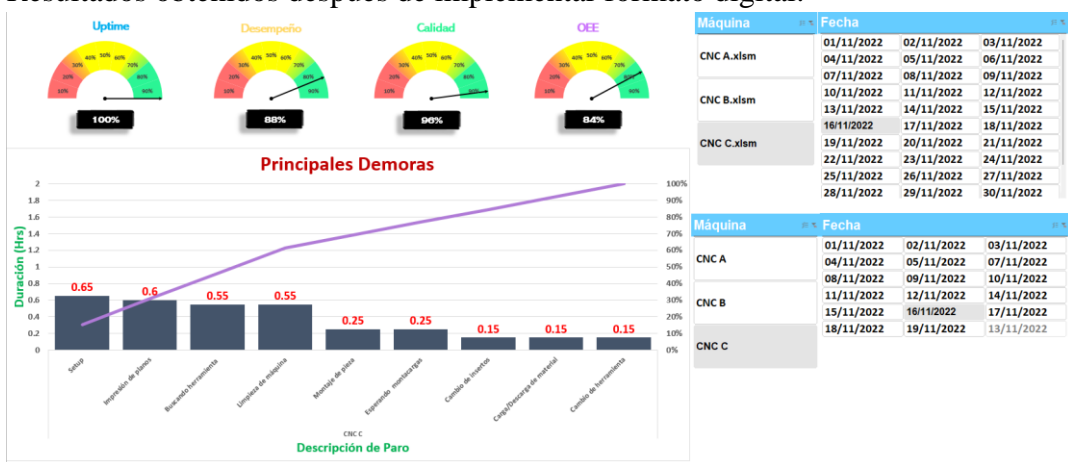


Ilustración 21 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC C

Tabla 6 - RESULTADOS DESPUÉS DE CNC C

Uptime	Desempeño	Calidad	OEE
100%	88%	98%	84%

Los resultados obtenidos fueron exitosos ya que se notó un considerable aumento en el indicador OEE gracias a la facilidad y ahorro de tiempo en la captura de datos tanto de la producción como las demoras presentadas en el proceso de maquinado. El registro de estos desperdicios es de fundamental ayuda ya que al tener resultados al instante se pueden tomar decisiones para disminuir o erradicar por completo estos eventos que no agregan valor al proceso impactando directamente en el aumento del OEE.

6. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

En este proyecto, pusimos a prueba conocimientos adquiridos durante nuestras prácticas profesionales y servicio social con el que cuenta cada uno de los integrantes de nuestro equipo. Nuestro principal objetivo era mejorar aspectos en el área de producción, como lo eran la calidad de nuestros productos, así también como controlar los desperdicios y demoras, para ofrecer un servicio eficiente a nuestros proveedores. Gracias a la utilización de Softwares como Excel y Visual Basic, logramos ejecutar un programa ideal para controlar cada uno de estos aspectos importantes dentro de nuestra empresa, poniéndolo a prueba principalmente en los CNC (área importante de producción). Durante nuestro proyecto, pusimos en marcha nuestro programa, registrando datos de nuestros CNC, ayudándonos a controlar el rendimiento de cada uno y de los aspectos importantes a cuidar en este proyecto. El rendimiento de cada uno fue mejorando, mostrando una considerable mejora, ayudándonos en el indicador OEE, ya que fue fácil y se ahorró mucho tiempo la hora de registrar los datos necesarios. Consideramos que a futuro este proyecto puede rendir frutos dentro de una empresa, controlando todo tipo de problemas que pueden surgir en el momento de fabricación de algún componente, cuidando los que nosotros consideramos como puntos clave. Principalmente ayudando al control y cuidado de materia prima, tratando de producir los menos desperdicios posibles y mejorando tiempos y calidad de nuestros productos.

REFERENCIAS

- Herrera-Hernández, A. R., & Sánchez-Uresti, A. (2018, October). Sistemas de captura y análisis de datos de la marcha. In *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica* (Vol. 5, No. 1, pp. 362-365).
- Casas Pira, H. D., & Barinas Perdoná, B. E. Sistema de telemetría para la captura de datos meteorológicos en la FTUD.
- González, H. L. A. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo). *Contribuciones a la Economía*, (2009-10).
- De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2005). Equipment effectiveness: OEE revisited. *IEEE transactions on semiconductor manufacturing*, 18(1), 190-196.
- Pinto, J. P. S. D. F. (2016). *Cálculo do OEE e proposta de implementação da metodologia TPM na Tridex Lda* (Doctoral dissertation).
- Masache Torres, D. B., Valarezo Salazar, M. E., & López Sarzosa, M. F. (2020). *Rediseño del cálculo del OEE de la línea de etiquetado de una compañía de conservas y enlatados* (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCP.).
- González-Torres, A., RAMÍREZ-CASTAÑEDA, A. P. O., Poblano-Ojinaga, E., & Mendoza-Montero, F. (2016). Implementación del OEE como herramienta de mejora continua aplicada a una línea de producción. *Volumen 2, Número 6–Octubre–Diciembre-2016*, 1
- Xu, X. W., & Newman, S. T. (2006). Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent—a review of the technologies. *Computers in Industry*, 57(2), 141-152.
- Elevli, S., & Elevli, B. (2010). Performance measurement of mining equipments by utilizing OEE. *Acta Montanistica Slovaca*, 15(2), 95.
- Singh, S., Khamba, J. S., & Singh, D. (2021). Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 235(2), 594-605.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems-the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Chen, L., Wang, Q., Hirth, K., Baez, C., Agarwal, U. P., & Zhu, J. Y. (2015). Tailoring the yield and characteristics of wood cellulose nanocrystals (CNC) using concentrated acid hydrolysis. *Cellulose*, 22(3), 1753-1762.
- Suh, S. H., Kang, S. K., Chung, D. H., & Stroud, I. (2008). *Theory and design of CNC systems*. Springer Science & Business Media.
- Lasemi, A., Xue, D., & Gu, P. (2010). Recent development in CNC machining of freeform surfaces: A state-of-the-art review. *Computer-Aided Design*, 42(7), 641-654.

- Motohashi, H., O'Connor, T., Katsuoka, F., Engel, J. D., & Yamamoto, M. (2002). Integration and diversity of the regulatory network composed of Maf and CNC families of transcription factors. *Gene*, 294(1-2), 1-12.
- Xu, X. W., & Newman, S. T. (2006). Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent—a review of the technologies. *Computers in Industry*, 57(2), 141-152.

APÉNDICES

A-1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Maquina	Turno	Operario de pieza	Cantidad de piezas	H8 a Piece	H8 Total					
1	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	3	1	3					
2	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
3	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	3	0.25	0.75					
4	18/11/2022	CNC-A	Noche	QF00000	3	0.5	1.5					
5	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	1	1	1					
6	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	1	2					
7	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	4	0.5	0.5					
8	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	0.5	1					
9	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	3	1	3					
10	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	1	1	1					
11	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
12	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
13	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
14	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
15	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
16	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
17	18/11/2022	CNC-A	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
18	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
19	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
20	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
21	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
22	18/11/2022	CNC-A	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
23	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
24	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
25	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
26	18/11/2022	CNC-A	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					

Ilustración 22 - BASE DE DATOS DE CNC A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Maquina	Turno	Operario de pieza	Cantidad de piezas	H8 a Piece	H8 Total					
1	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	3	1	3					
2	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
3	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	3	0.25	0.75					
4	18/11/2022	CNC-B	Noche	QF00000	3	0.5	1.5					
5	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	1	1	1					
6	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	1	2					
7	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	4	0.5	0.5					
8	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.5	1					
9	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	3	1	3					
10	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	1	1	1					
11	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
12	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
13	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
14	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
15	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
16	18/11/2022	CNC-B	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
17	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
18	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
19	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
20	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
21	18/11/2022	CNC-B	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
22	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
23	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
24	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
25	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
26	18/11/2022	CNC-B	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					

Ilustración 23- BASE DE DATOS DE CNC B

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Maquina	Turno	Operario de pieza	Cantidad de piezas	H8 a Piece	H8 Total					
1	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	3	1	3					
2	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
3	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	3	0.25	0.75					
4	18/11/2022	CNC-C	Noche	QF00000	3	0.5	1.5					
5	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	1	1	1					
6	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	1	2					
7	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	4	0.5	0.5					
8	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.5	1					
9	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	3	1	3					
10	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	1	1	1					
11	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
12	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
13	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	3	0.25	0.75					
14	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
15	18/11/2022	CNC-C	Dia	TAM00000	3	0.5	1.5					
16	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
17	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
18	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	3	0.5	1.5					
19	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
20	18/11/2022	CNC-C	Noche	TAM00000	2	0.25	0.5					
21	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
22	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
23	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
24	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
25	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					
26	18/11/2022	CNC-C	Tarde	TAM00000	2	0.25	0.5					

Ilustración 24 - BASE DE DATOS DE CNC C

CRONOGRAMA

[illegible]

Ilustración 25 - CRONOGRAMA PARTE I

[illegible]

Ilustración 26 - CRONOGRAMA PARTE 2

[illegible]

Ilustración 27 - CRONOGRAMA PARTE 3

**“ACTUALIZACIÓN DE SISTEMA DE CAPTURA DE DATOS PARA
EL ANALISIS DE EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS OEE
(OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE PROCESO DE
MAQUINADO CNC A DESARROLLO DIGITAL”**

CONTRAPORTADA

**Propuesta de Investigación
por:**

MARIO A. CISNEROS SOTO 1813258 IMA
SOPHIA A. CANALES CAMPOS 1873631 IMA
RICARDO A. RAMOS SERNA 1797258 IMA
BRAYAN A. HERNANDEZ MORALES 1808400 IMA

Supervisado por:

M.C Isaac Estrada García