



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - “ESPE”

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE
IDENTIFICACIÓN, MONITOREO Y REGISTRO DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES
PECUARIAS EN LA PRODUCCIÓN LECHERA DE LA HACIENDA BELLAVISTA
UBICADA EN LA PARROQUIA RURAL LLOA, PROVINCIA DE PICHINCHA”

AUTORES: NELSON ALEJANDRO CAJAMARCA SOLIS
ISAAC FERNANDO SANIPATÍN ESPINOSA

DIRECTORA: ING. VANESSA CAROLINA VARGAS VALLEJO, PhD.

QUITO-ECUADOR
AGOSTO -2022



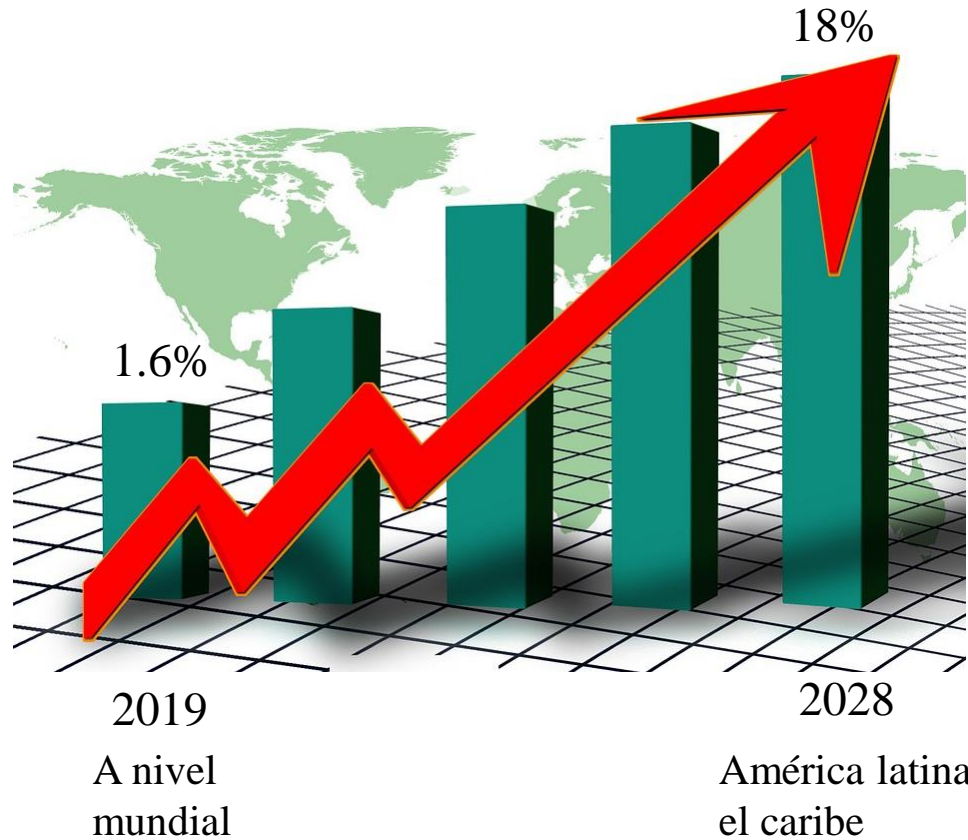
AGENDA

1. Introducción
2. Levantamiento de la Línea Base
3. Desarrollo de los sistemas
4. Conclusiones y recomendaciones
5. Trabajos futuros
6. Referencias bibliográficas

AGENDA

1. *Introducción*
2. Levantamiento de la Línea Base
3. Desarrollo de los sistemas
4. Conclusiones y recomendaciones
5. Trabajos futuros
6. Referencias bibliográficas

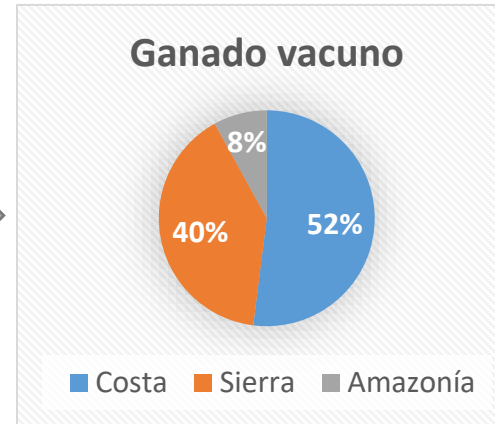
Incremento de la producción mundial de la leche
OCDE/FAO



Ganadería-Ecuador



PIB: 18.07%



Industria
Lechera: 57%
Cárnica: 43%

Producción e industrialización
de la leche y sus derivados

1.400 millones USD/año

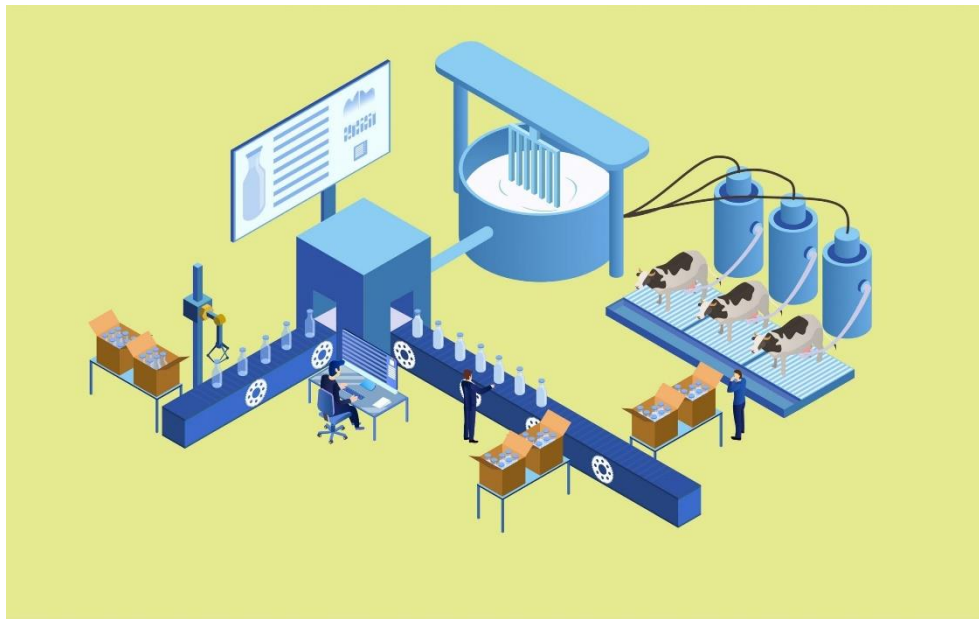
Producción total

6.15 millones de litros/día

Pichincha: 13.49%
Producción: 10.48 ltrs/día/vaca

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería

Ganadería inteligente



Fuente: <https://leverageedu.com/blog/dairy-technology/>

Ordeño automático

Identificación automática

Robots para el proceso de ordeño

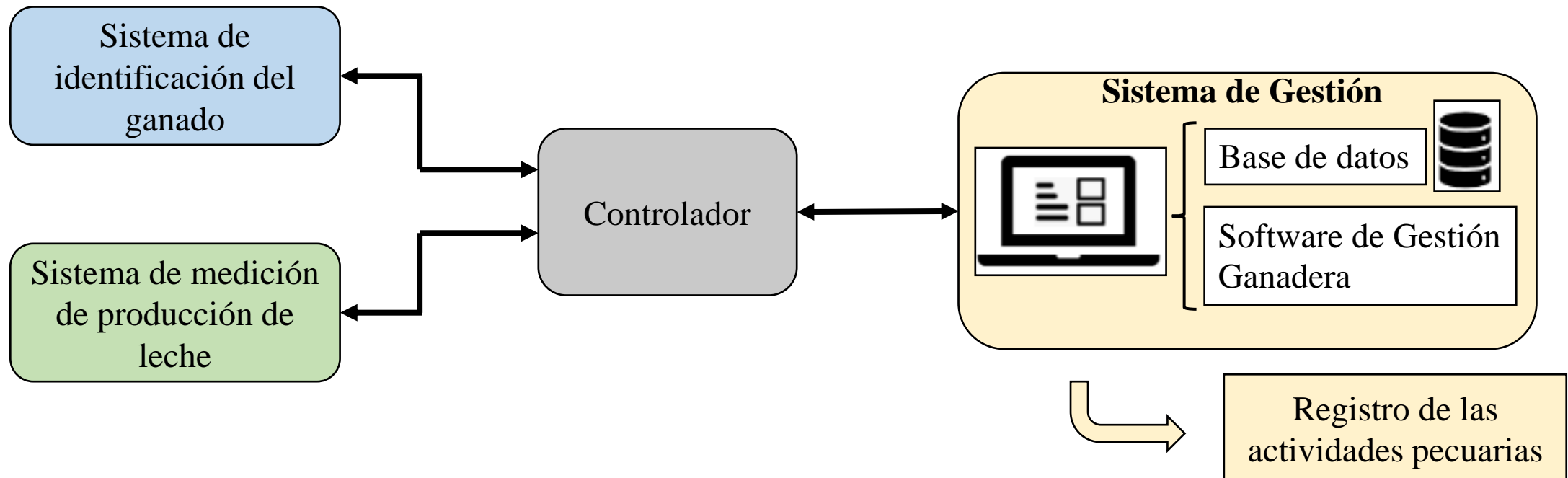
Análisis de la calidad de la leche

Debido al alto costo de inversión que representan los sistemas de automatización existentes en el mercado, surge la necesidad de diseñar e implementar un sistema de bajo costo que permita la identificación automática del ganado bovino, la medición de la producción de leche y el registro de las actividades pecuarias.

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema para la identificación automática, monitoreo y registro del ganado que permita documentar con precisión los eventos que se produzcan en la hacienda ganadera Bellavista destinada al sector lácteo, ubicada en la parroquia rural de Lloa.

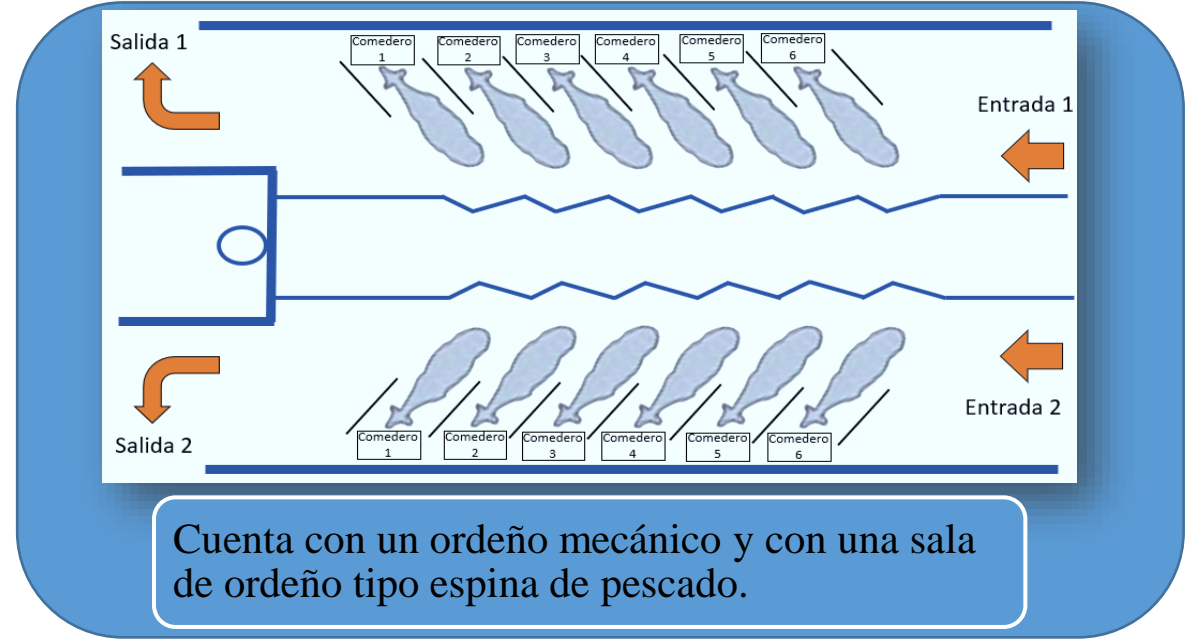
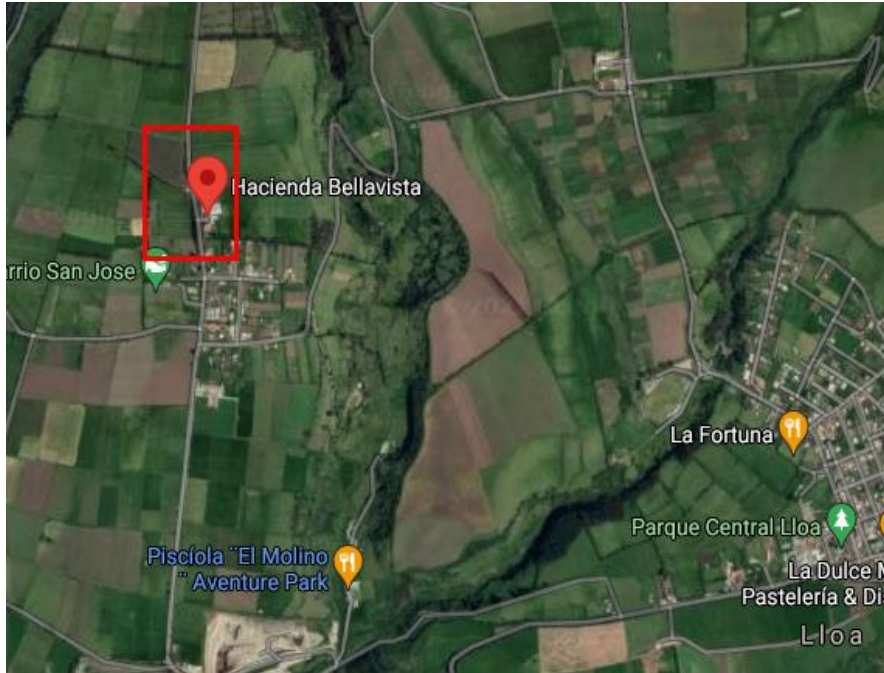
Diagrama de bloques del sistema general



AGENDA

1. *Introducción*
2. *Levantamiento de la Línea Base*
3. Desarrollo de los sistemas
4. Conclusiones y recomendaciones
5. Trabajos futuros
6. Referencias bibliográficas

1. Levantamiento de la línea base



Cuenta con un ordeño mecánico y con una sala de ordeño tipo espina de pescado.

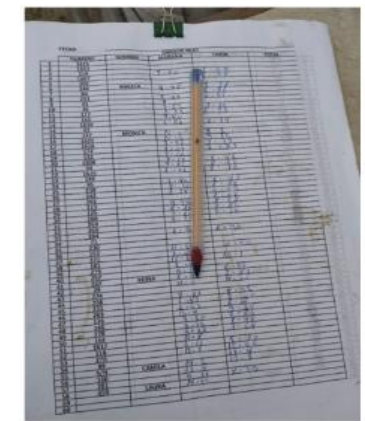
HACIENDA BELLAVISTA
Ubicación: Parroquia rural Lloa- 30 minutos de Quito
Ganado: 152 cabezas
En producción: 52 cabezas



Identificación



Medición

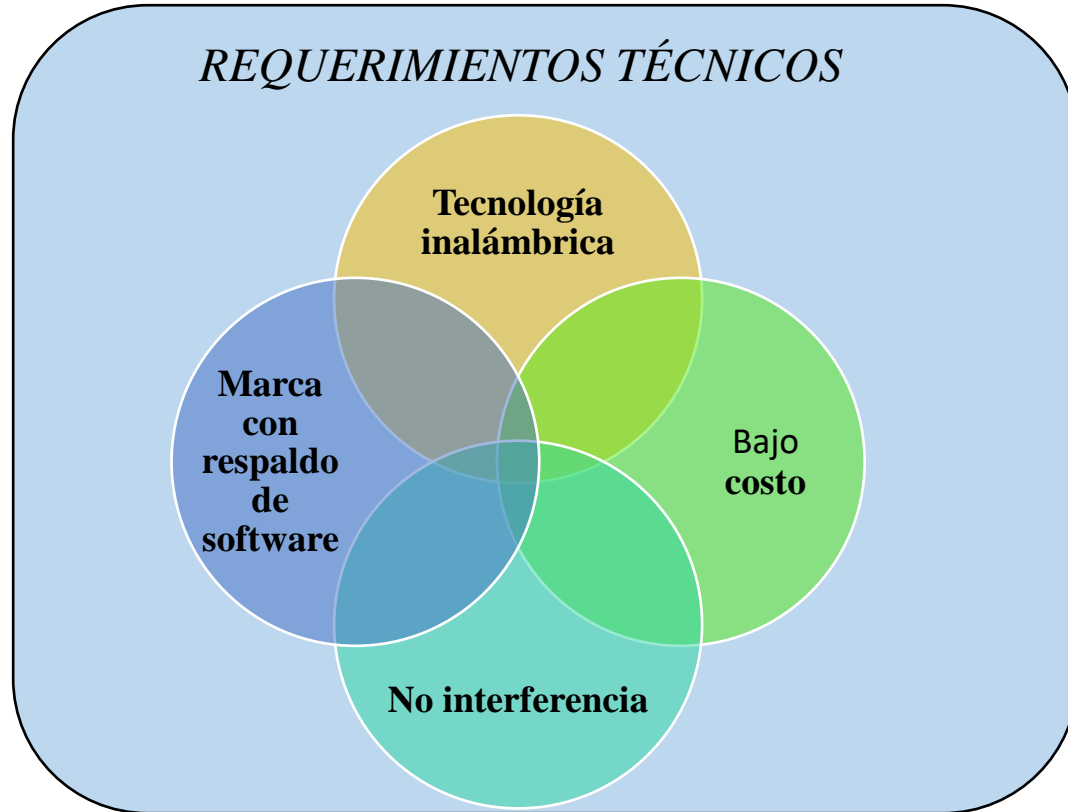


Registro

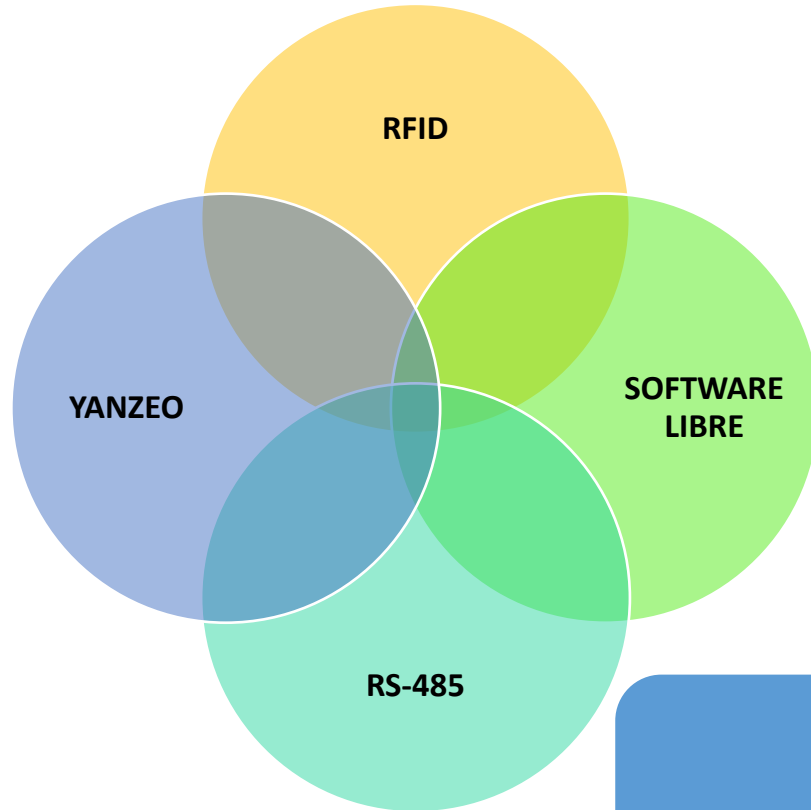
AGENDA

1. *Introducción*
2. *Levantamiento de la Línea Base*
3. *Desarrollo de los sistemas*
4. Conclusiones y recomendaciones
5. Trabajos futuros
6. Referencias bibliográficas

REQUERIMIENTOS

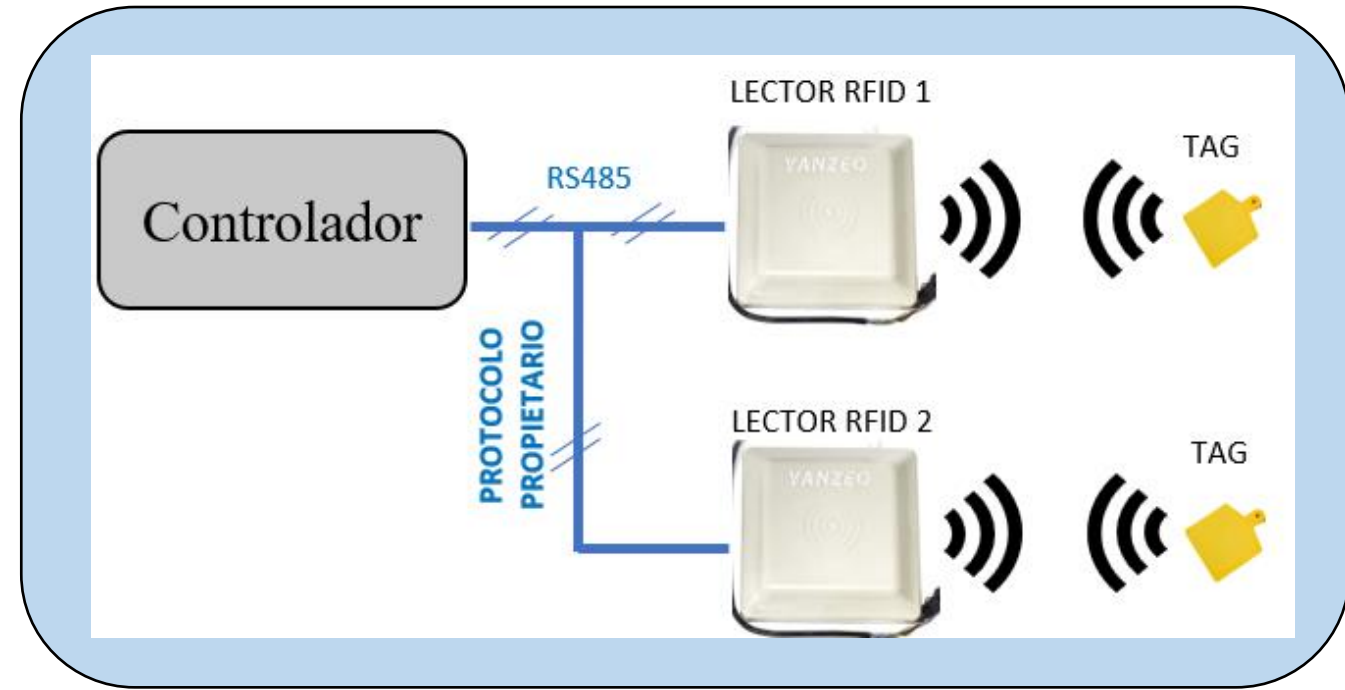


SOLUCIÓN



La interfaz para la comunicación seleccionada es RS485

- Inmunidad al ruido
- Conexión de varios dispositivos
- Mayores distancias que el RS-232



CONFIGURACIÓN DE LOS LECTORES

- SOFTWARE DEL FABRICANTE

COMUNICACIÓN CON LECTORES

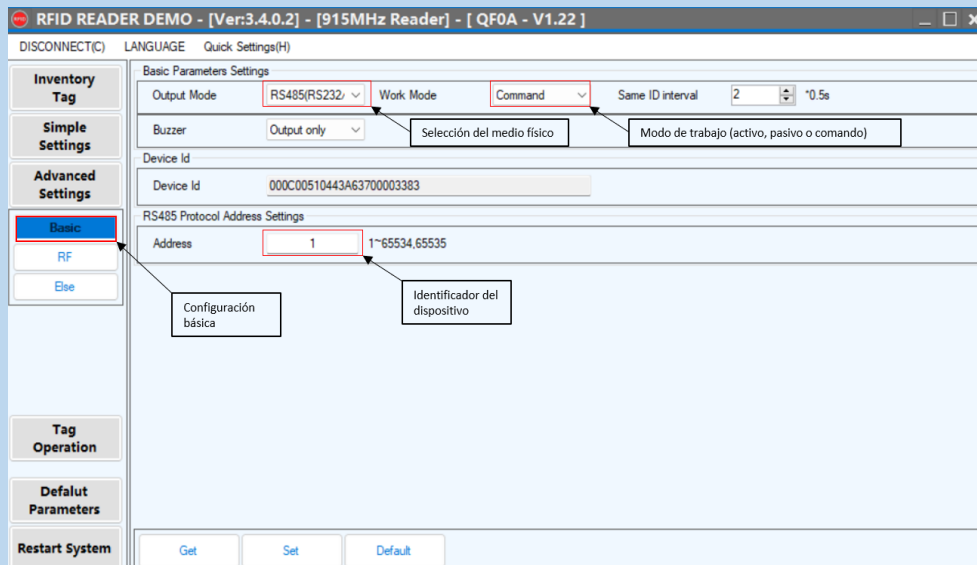
- PROTOCOLO PROPIETARIO

INTERFAZ

- RS-232
- RS-485
- WIEGAND26

3. Desarrollo del sistema: Sistema de Identificación del ganado

Software proporcionado por Yanzeo para la configuración del lector



Procedimiento para la detección de los tags que se va a implementar en el controlador del sistema

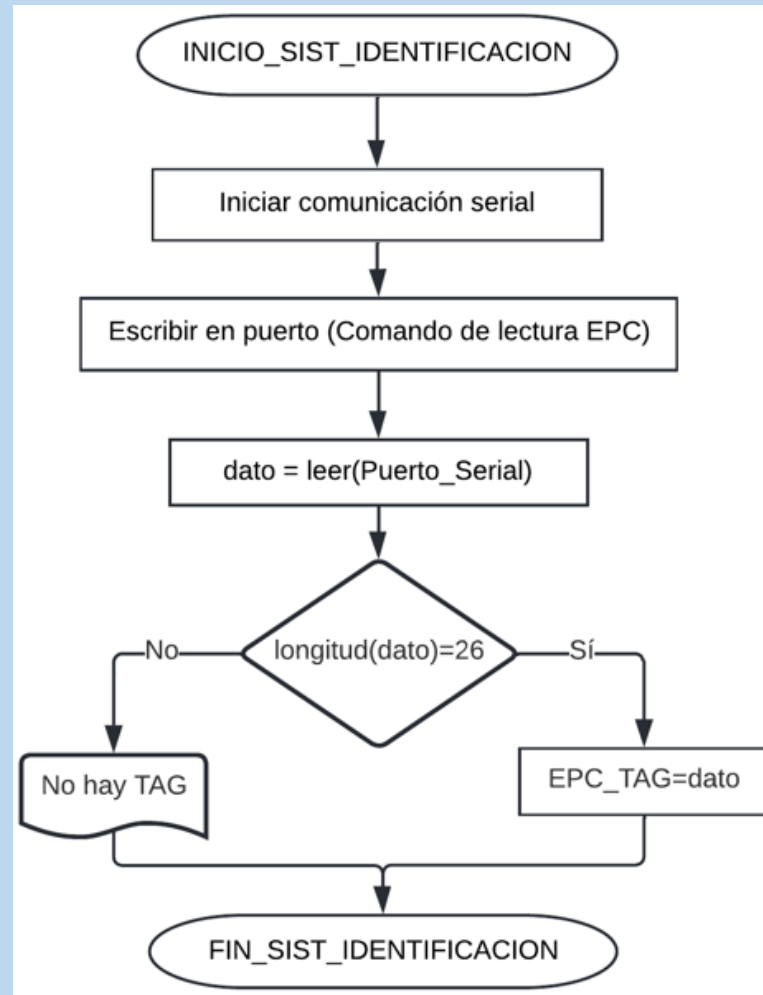


Tabla 1

Trama de protocolo lector RFID

SOI	ADDR (LSB)	ADDR (MSB)	CID1	CID2	LONG	AP (MSB)
7C	01	00	21	00	07	00
--	--	AP (LSB)	MB	SA	DL	CHECKSUM
00	00	00	01	02	02	56

IMPLEMENTACIÓN

Aretado



Ubicación e instalación



Resultado



```
odroid@odroid:~/Desktop/master$ source /home/odroid/Desktop/master/master/bin/activate
(master) odroid@odroid:~/Desktop/master$ /home/odroid/Desktop/master/master/bin/python
hocradio2.py
RESPUESTA RFID1: 274
RESPUESTA RFID1: 257
RESPUESTA RFID1: 237
RESPUESTA RFID1: 1205
RESPUESTA RFID1: 283
RESPUESTA RFID1: 1310
RESPUESTA RFID1: 289
RESPUESTA RFID2: 3237
RESPUESTA RFID2: 253
RESPUESTA RFID2: 16613
RESPUESTA RFID2: 247
RESPUESTA RFID2: 1600
RESPUESTA RFID2: 277
RESPUESTA RFID2: 244
```

Respuesta de los lectores

Bus para la conexión MASTER-LECTORES

REQUERIMIENTOS



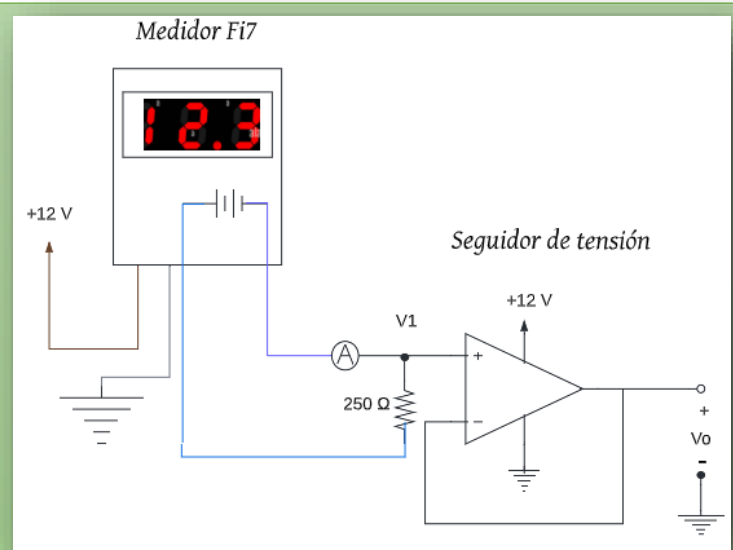
Color del cable	Descripción
Marrón	Suministro eléctrico (+)
Blanco	Tierra
Púrpura	Entrada del bucle de corriente
Azul	Salida del bucle de corriente

SOLUCIÓN

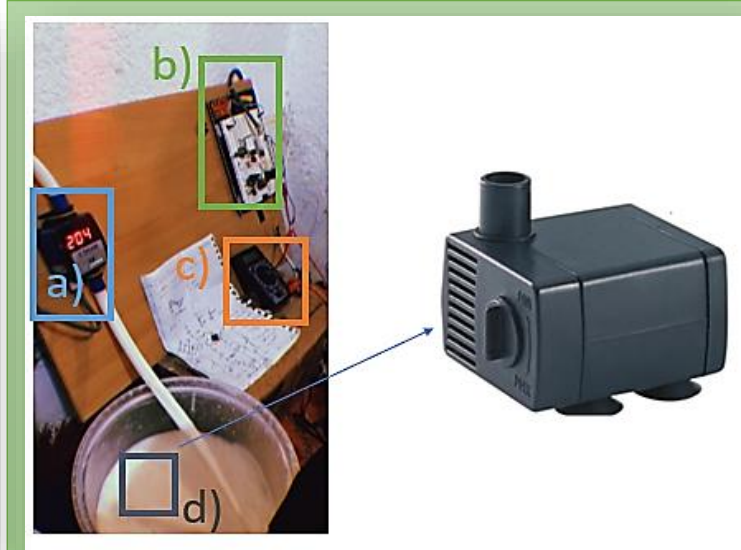
Encontrar el protocolo de comunicación.

Desarrollar un sistema que se comunique con los transmisores de los medidores instalados.

SISTEMA DE PRUEBAS

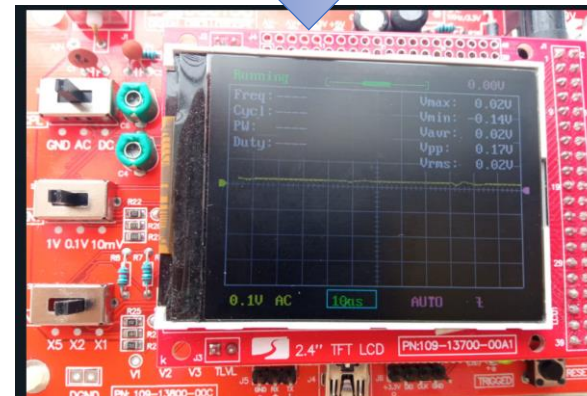


Conversor de corriente-tensión básico

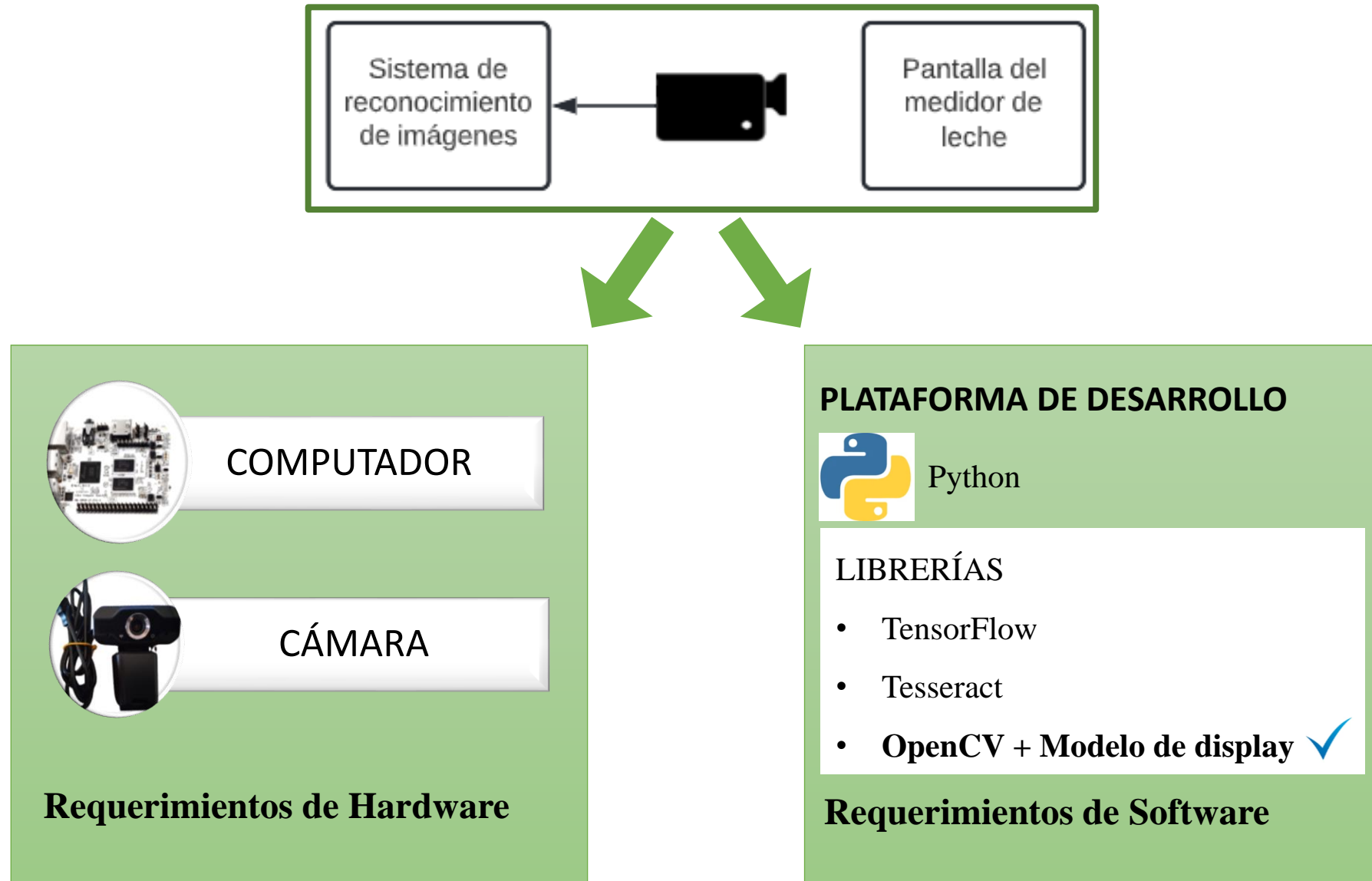


Aplicación

Velocidad de la bomba	Salida del bucle de corriente
V0 (apagada)	Aprox. 0 mA
V1 (mínima)	Aprox. 14 mA
V2 (media)	Aprox. 14 mA
V3 (baja)	Aprox. 14 mA

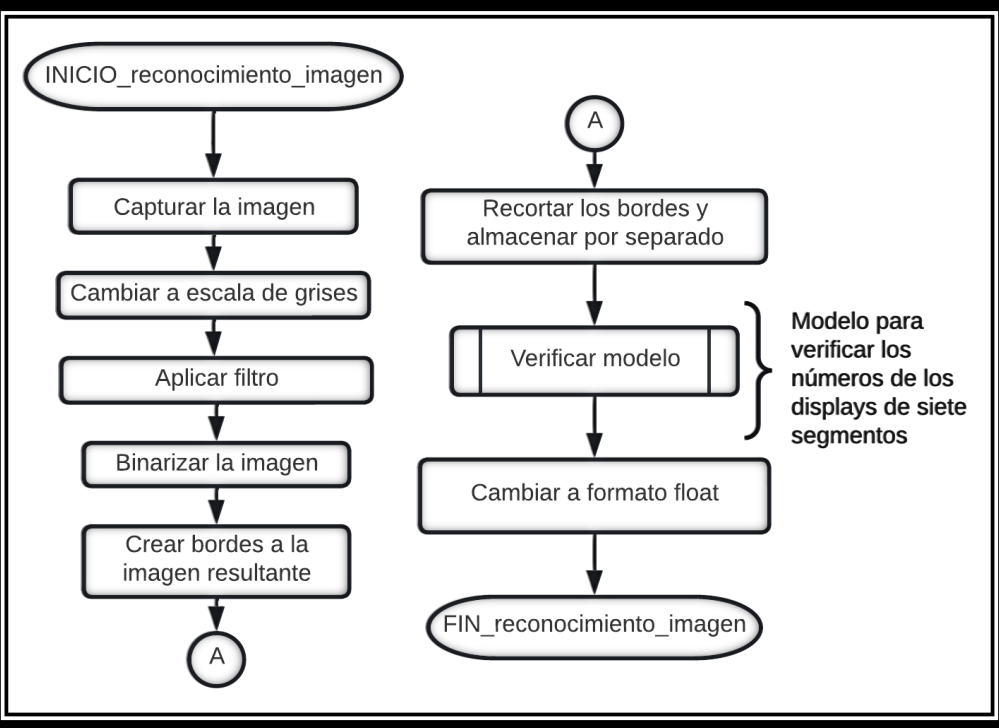


SOLUCIÓN POR VISIÓN ARTIFICIAL



APLICACIÓN DE RECONOCIMIENTO POR VISIÓN ARTIFICIAL

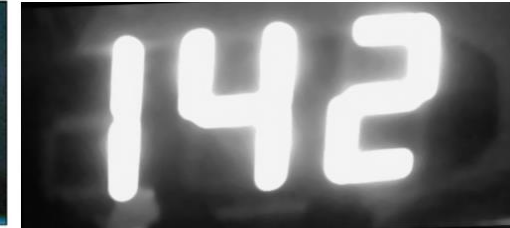
Diagrama de flujo del proceso



Captura de la imagen



Escala de grises



Filtro y binarización



Trazo de bordes



Recortes por display



MODELO DE DISPLAY DE 7 SEGMENTOS



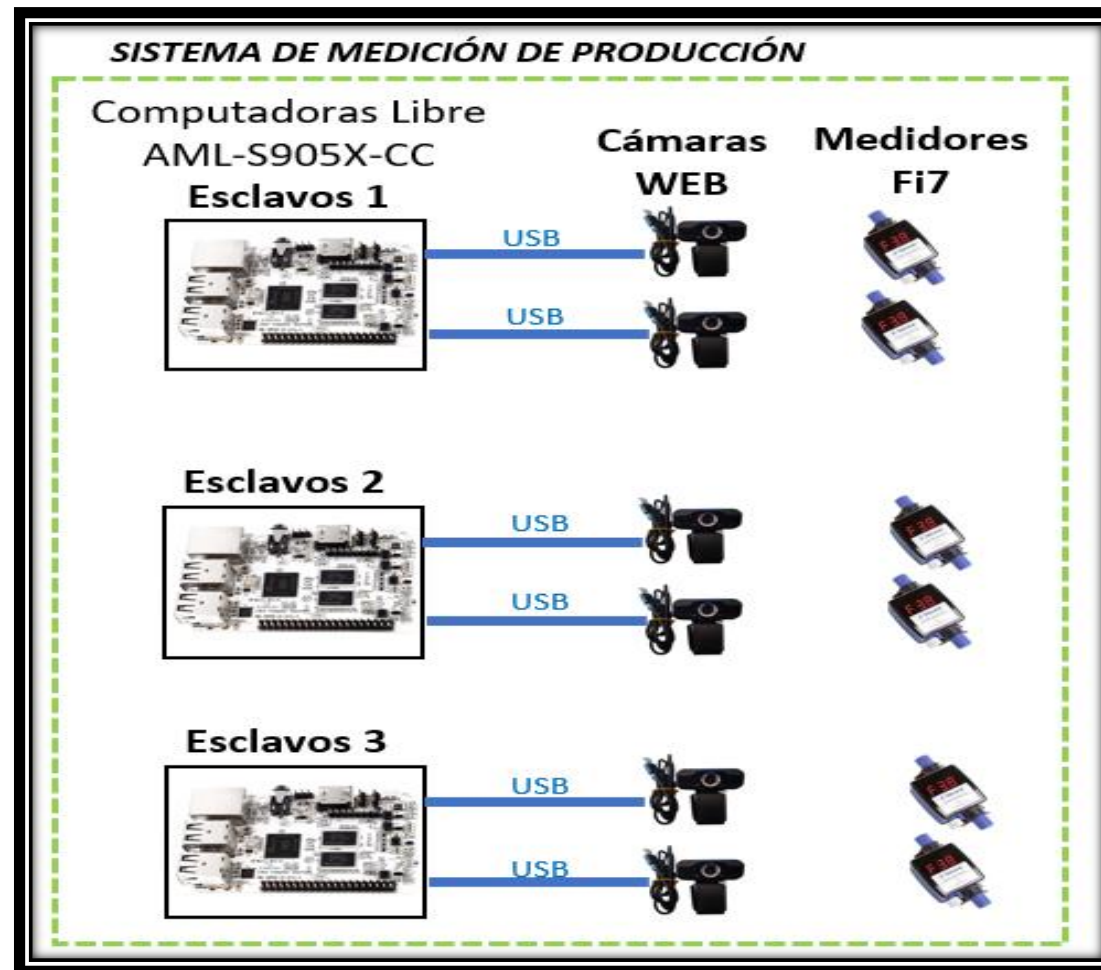
3. Desarrollo del sistema: Sistema de medición de producción

SISTEMA COMPLETO DE MEDICIÓN

Características del sistema

- Desarrollado en Phyton sobre una Raspberry.
- Phyton permite implementación en varias SBC(Single Board Computer).
- Debido a costos se seleccionó la SBC AML-S905X-CC
- La SBC soporta dos cámaras por tanto se utilizan 3 computadoras para trabajar con los seis medidores.

Raspberry Pi3 B	AML-S905X-CC
ARM 64 bits, 1.2 GHz	CPU Quad-Core ARMv8 Cortex-A53 de 64 bits
RAM de 1GB	2 GB de DDR3-2133 SDRAM
4 puertos USB 2.0, 1 HDMI	3 puertos USB 2.0, 1 puerto USB 3.0 , 1 HDMI
Compatible con Raspbian, Debian, Fedora, Arch Linux, RISC OS	Compatible con Debian, Armbian, Raspbian, Ubuntu Mate
	Consume la mitad de potencia.



IMPLEMENTACIÓN

Posición de la cámara



Conexión del sistema



Pruebas del sistema

M1



M2



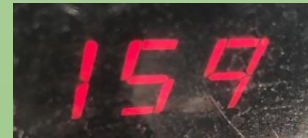
M3



M4



M5



M6



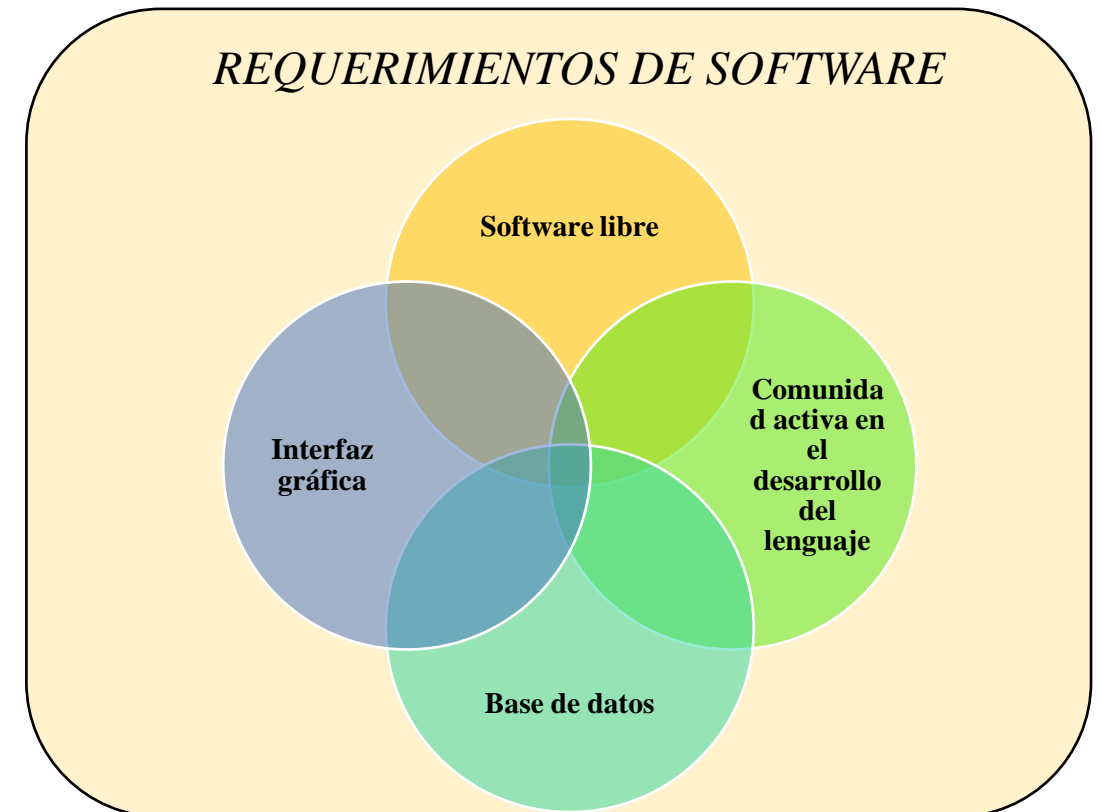
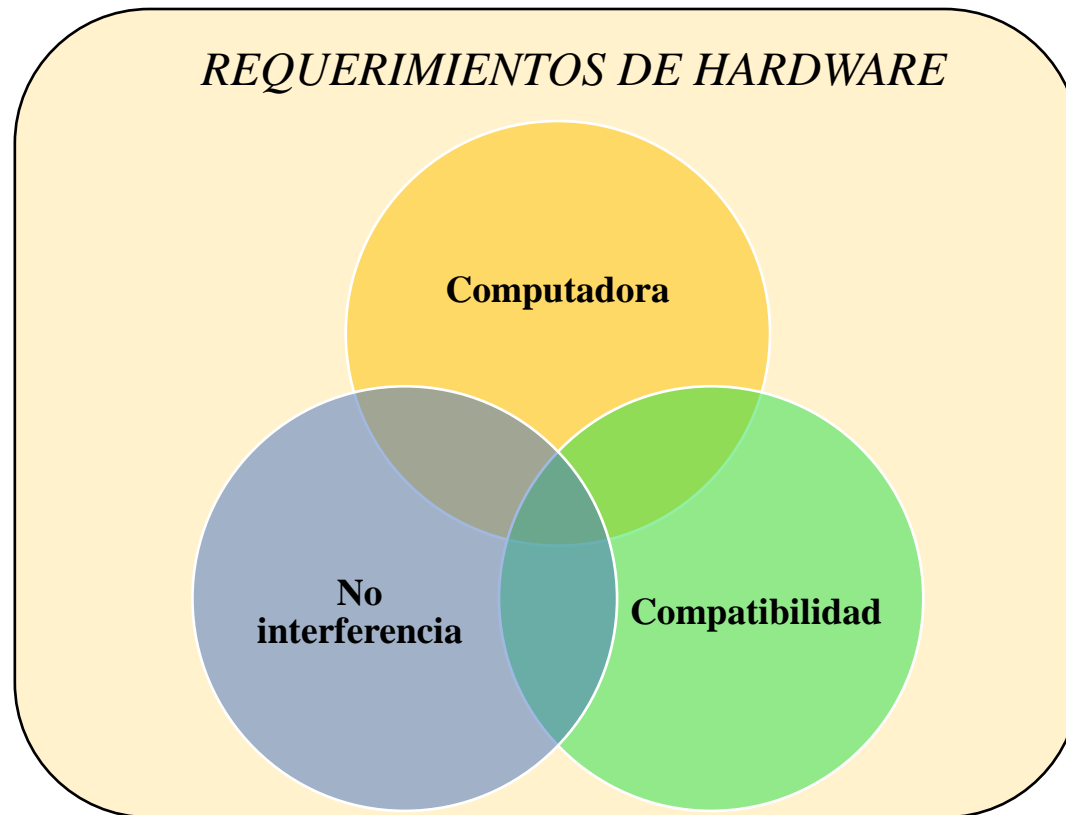
MEDIDORES

Vs.

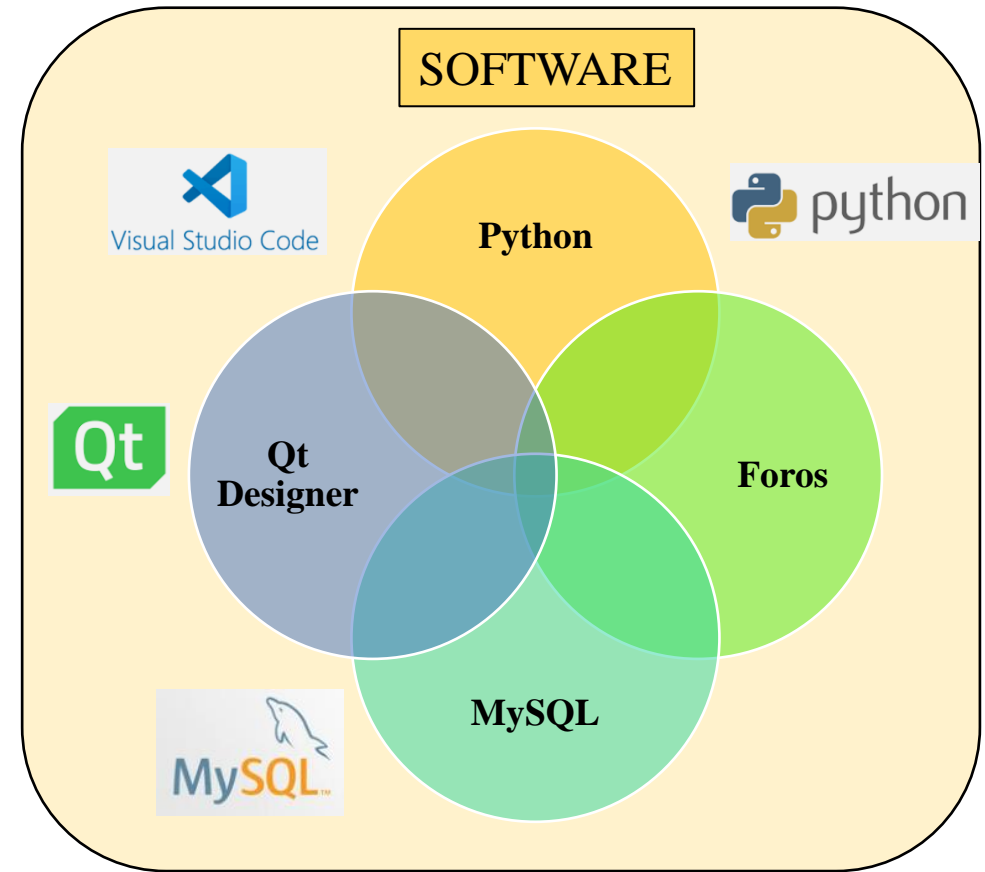
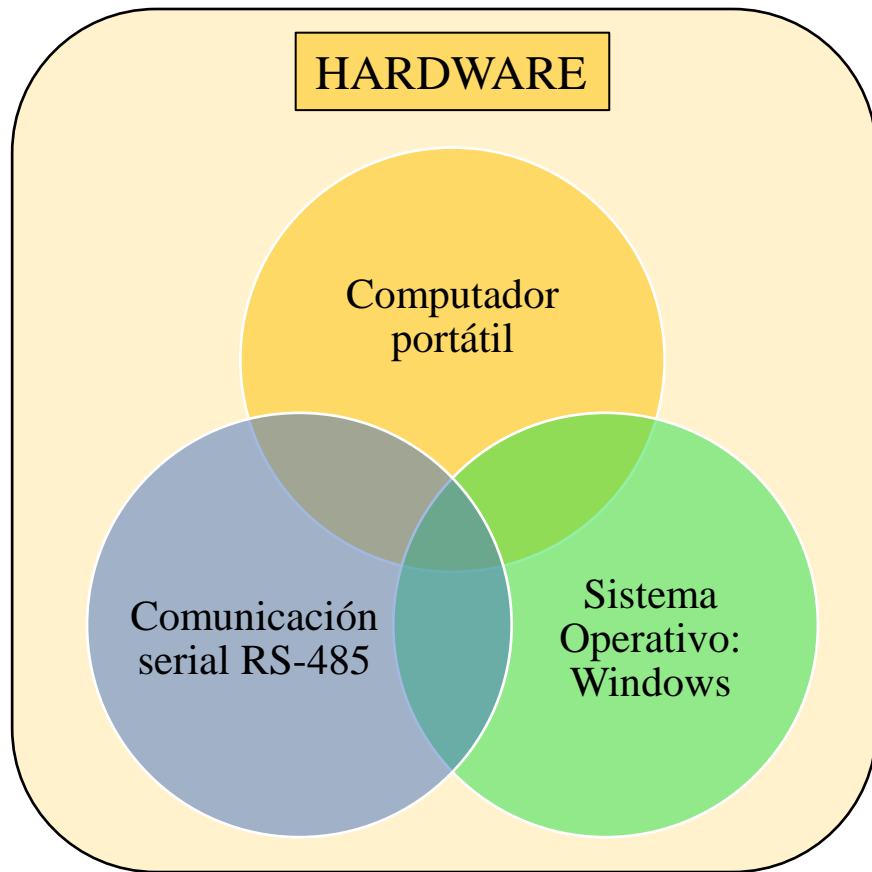
PROBLEMS	OUTPUT
Medidor3:	1.61
Medidor4:	1.80
Medidor5:	1.59
Medidor6:	1.88
Medidor1:	1.94
Medidor2:	1.97
Medidor3:	1.62
Medidor4:	1.81
Medidor5:	1.59
Medidor6:	1.90

APLICACIÓN

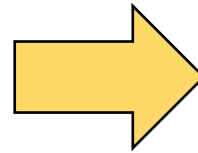
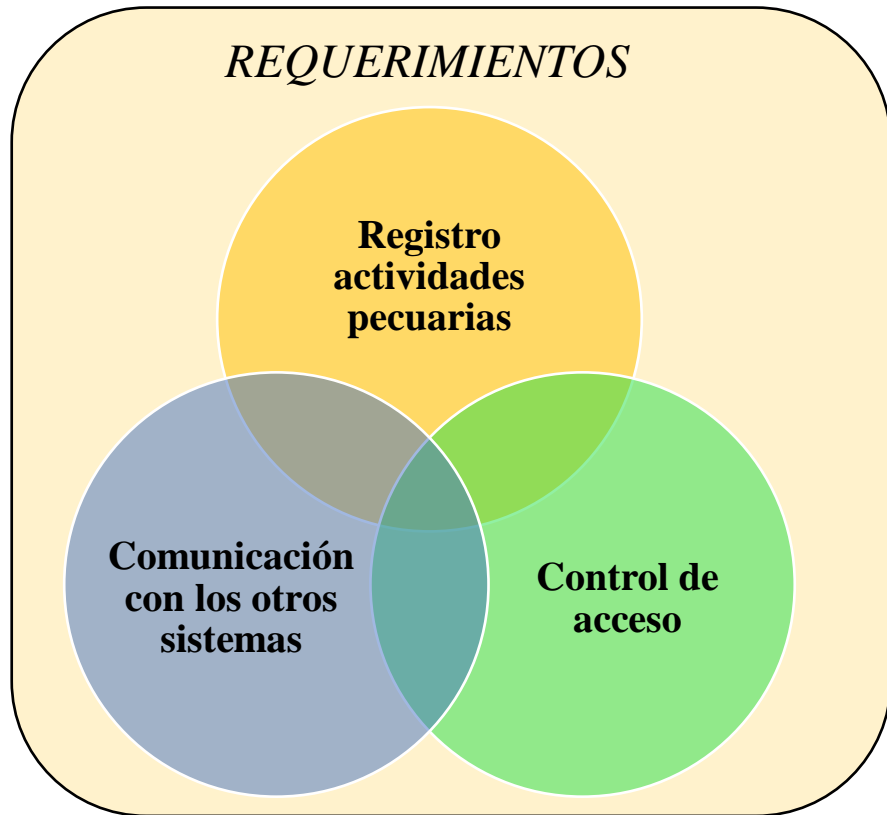
REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA



SOLUCIÓN DEL SISTEMA

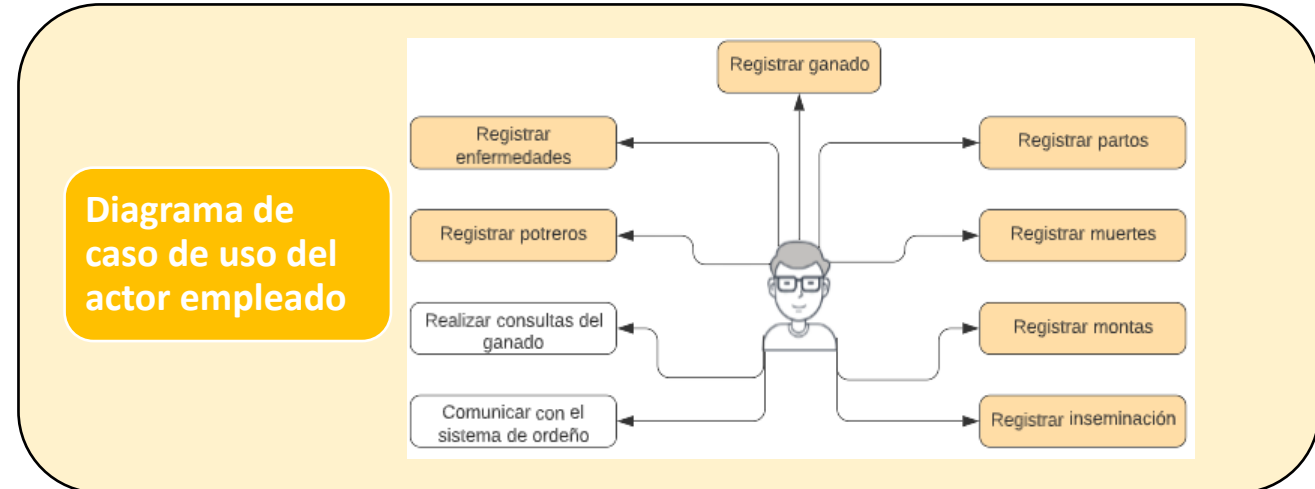
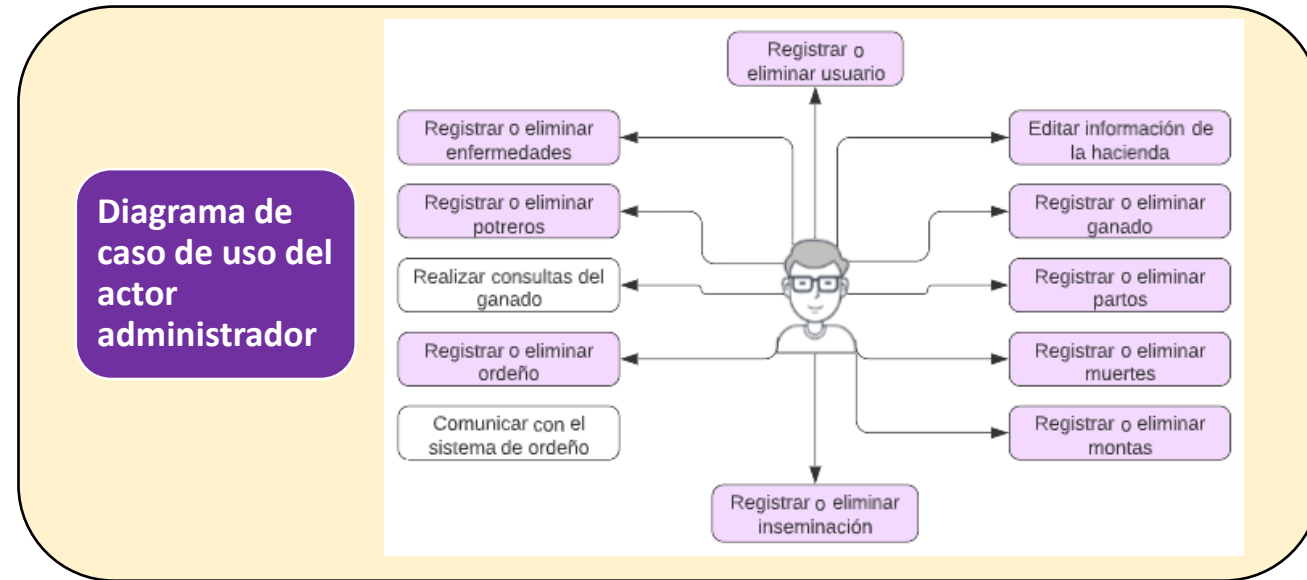


REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN



CONFIABILIDAD

↳ DOS PERFILES DE USUARIO



3. Desarrollo del sistema: Sistema de gestión de información

IMPLEMENTACIÓN

Control de acceso

GESTIÓN GANADERA



Usuario

Ingrese su usuario

Contraseña

Ingrese su contraseña

Iniciar sesión

Salir

Registro del ganado y registro de producción

Gección Ganadera

Inicio Registrar ganado Consultas Producción Partos y abortos Ventas Muertes Morbos Inseminación Enfermedades Vacunas Polvora Usuarios

REGISTRO DE GANADO

Ingreso do Ganado

ID Animal: 321 Nombre del Animal: Lola

Fecha Nacimiento: 1/1/2022 Raza: Holstein Brown Swiss

Sexo: Hembra Fecha Registro: 1/1/2022

Tipo de ganado: Rejo ID Padre: 44

ID Madre: 12 Núm. Partos: 1

Núm. Abortos: 0 Núm. Crías Hembras: 1

Ver Tabla de Registro Agregar Foto Agregar Animal

Gección Ganadera

Inicio Registrar ganado Consultas Producción Partos y abortos Ventas Muertes Morbos Inseminación Enfermedades Vacunas Polvora Usuarios

PRODUCCIÓN DE LECHE

Búsqueda

Producción

id	Tag	Fecha de ordeño	turno	Producción (lts)	Observaciones
1	12	2022-01-01	Primer Turno	13.2	Ingreso manual
2	12	2022-01-01	Segundo Turno	11.89	Ingreso manual
3	12	2022-01-02	Primer Turno	12.13	Ingreso manual
4	11	2022-01-04	Primer Turno	10.21	Ingreso manual

Ingreso Manual de la Producción

Elja el Turno: Primer Turno

ID de la Vaca:

Litros producidos:

Fecha de ordeño: 1/1/2022

Observaciones: Escriba alguna observación...

Guardar Producción

a) Conexión con los demás sistemas.

b) Gráfica de la producción de una vaca ya registrada

AUTOMÁTICO

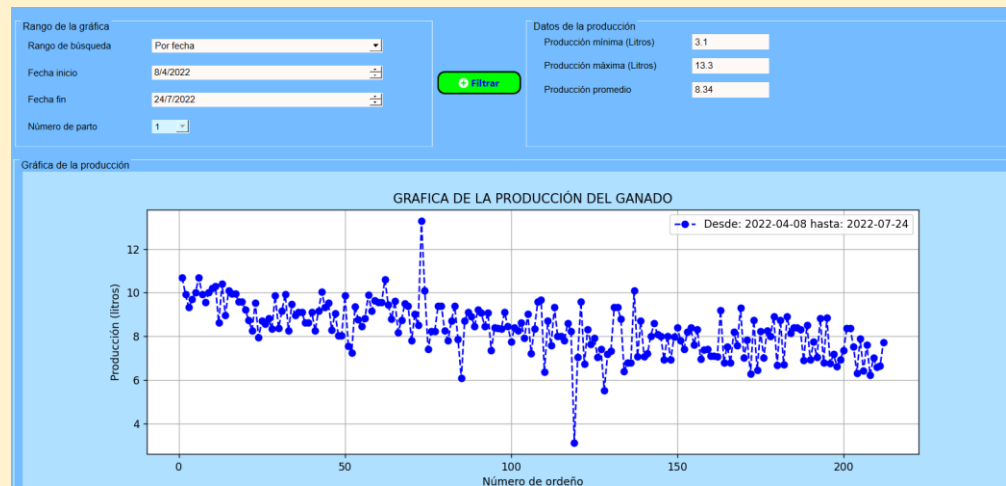
Seleccionar puerto: COM20

Desconectado

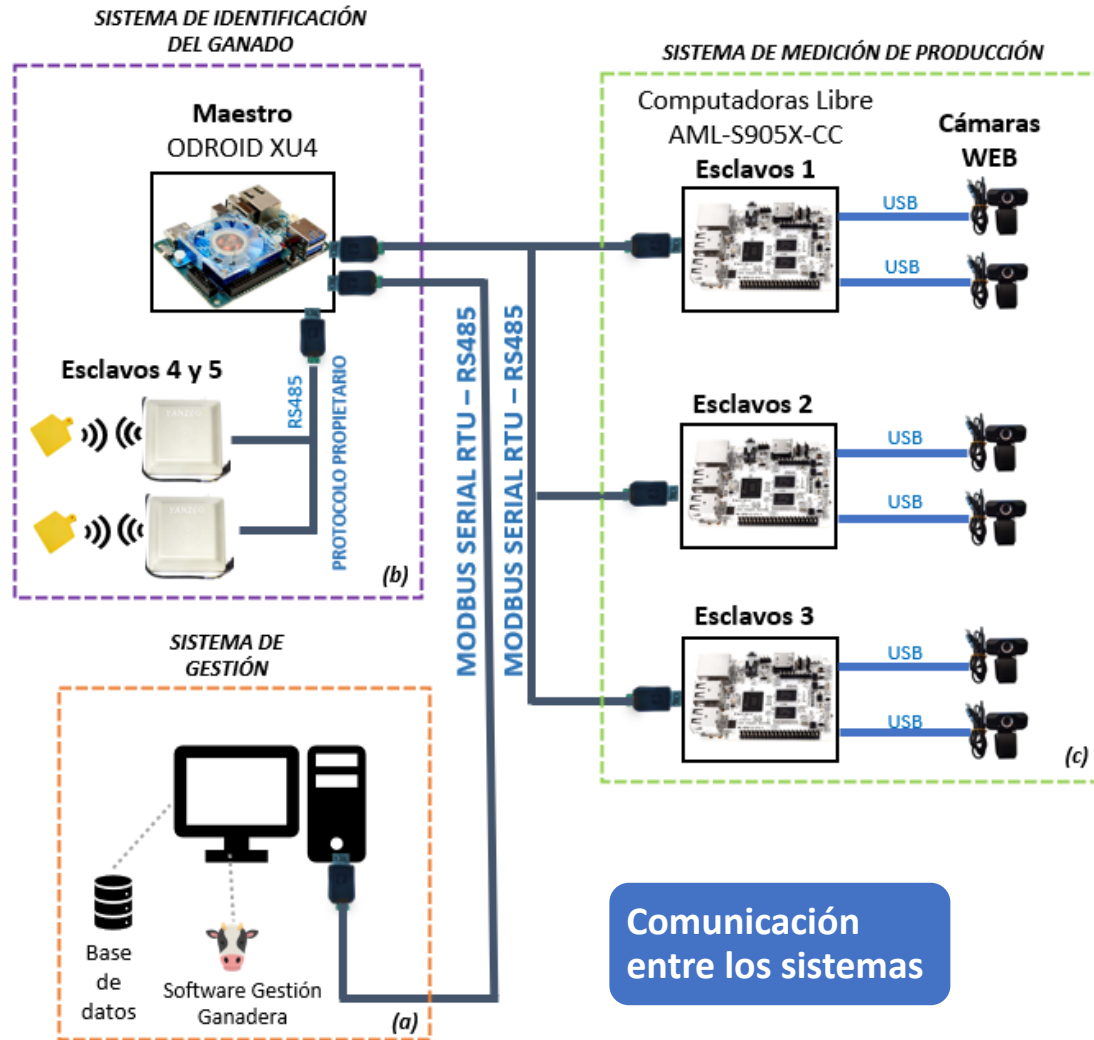
Mensaje

Datos actualizados. Para volver a actualizar dar clic en conectar

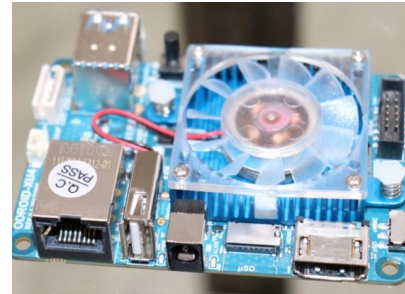
CONECTAR



Diseño de la arquitectura integral del sistema



Selección del controlador



Odroid XU4



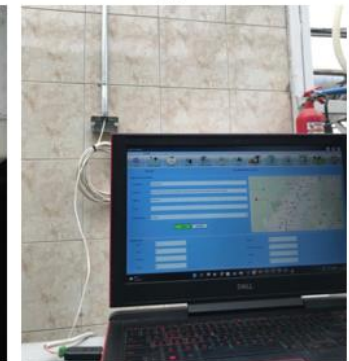
(a)



(b)



(c)



(d)

AGENDA

1. *Introducción*
2. *Levantamiento de la Línea Base*
3. *Desarrollo de los sistemas*
4. *Conclusiones y recomendaciones*
5. Trabajos futuros
6. Referencias bibliográficas

4. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Se diseñó e implementó un sistema para **la identificación automática del ganado utilizando tecnología inalámbrica** basada en la identificación por radiofrecuencia.

- La correlación entre la identificación del animal y el sistema de gestión de la información es posible siempre y cuando las etiquetas hayan sido registradas en la base de datos del sistema.
- **Para evitar errores de interferencias** entre los tags RFID debido a las aglomeraciones del ganado en la entrada de la sala de ordeño se construyó un embudo que obliga a las vacas entrar uno a la vez.

Se diseñó e implementó un sistema que permite obtener la medición de la producción de leche individual de la vaca **utilizando los medidores de flujo de leche Fi7 del fabricante Delaval.**

- La medición automática se logró mediante la implementación de reconocimiento de imágenes de los indicadores de los medidores de flujo de leche utilizando para ello lenguaje de programación Python y librerías OpenCV.
- **Los resultados fueron muy buenos, con errores de no más de 10 mililitros**, que para el total de producción de una vaca no es representativo.

Se desarrolló una aplicación de escritorio con una interfaz de usuario amigable e interactiva que permite realizar el registro de las actividades pecuarias de la hacienda.

- La aplicación permite realizar una conexión con los otros sistemas a través del controlador principal.
- Se realizó una interfaz que **permite ver la información completa de un animal** y mostrar el historial de la producción tabulada y mediante gráficas.
- La aplicación permite realizar un control de acceso para limitar las funciones del usuario.

4. Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones

Para el sistema de identificación se recomienda **evitar que ingresen más de seis vacas por lado**, ya que puede producir errores en la asignación de los puestos y en consecuencia un mal registro de la producción.

Debido a que el inicio del proceso de registro de la producción inicia con la detección de un animal en la entrada de la sala de ordeño se debe **evitar que tags RFID no registrados pasen por el área de detección de los lectores**, debido a que estos están funcionando en todo momento.

Antes de iniciar con el proceso de ordeño los operarios deben **realizar una limpieza de las pantallas de los medidores** con una tela u otro material suave que no raye la pantalla, para evitar que la suciedad genere errores en el proceso de reconocimiento de imágenes, además se debe evitar mover las cámaras.

Para obtener los mejores beneficios del sistema se recomienda **cargar los datos a la aplicación de escritorio por cada turno de ordeño**, así se tendrá un registro con las fechas y horas exactas, además de esta forma se verifica si la comunicación está funcionando en todo momento.

Es aconsejable **crear un protocolo para el proceso de ordeño**.

AGENDA

1. *Introducción*
2. *Levantamiento de la Línea Base*
3. *Desarrollo de los sistemas*
4. *Conclusiones y recomendaciones*
5. *Trabajos futuros*
6. Referencias bibliográficas

A continuación, se detallan algunas propuestas de mejoras en eficiencia y beneficios en cuanto a costos.

La SBC debe ser probada 24/7 y de ser el caso **reemplazada por un sistema basado en microcontrolador**, que a su vez cuenta con un sistema para el almacenamiento de datos de ordeño. Esto haría al sistema más robusto y con un mejor rendimiento a largo plazo, además reduce el precio de manera considerable, pero el desarrollo de la lógica de programación tiene mayor grado de complejidad.

Para brindar mayores beneficios al administrador o dueño de la hacienda se podría **crear una aplicación Web para el sistema de gestión**, de esta manera el usuario tendrá un acceso a los datos de registros de la hacienda de forma remota. Adicionalmente se podría implementar una base de datos en la nube.

Para minimizar los costos de implementación en otra hacienda ganadera se recomienda **realizar una exploración de medidores de flujo que permitan establecer una comunicación con protocolos estándar** de comunicación para la obtención de la medida de leche ordeñada.

AGENDA

- 1. Introducción*
- 2. Levantamiento de la Línea Base*
- 3. Desarrollo de los sistemas*
- 4. Conclusiones y recomendaciones*
- 5. Trabajos futuros*
- 6. Referencias bibliográficas*

A continuación, se detallan las referencias bibliográficas de mayor trascendencia.

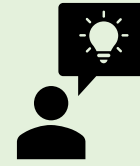
- Bonilla, J., & Galárraga, E. (2009). *Diseño e implementación de un sistema prototipo para la identificación animal en la especie bovina con RFID (Radio Frequency Identification)* [QUITO/EPN/ 2009]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1489>
- Challenger, I., Díaz, Y., & Becerra, R. (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, 20(2), 1–13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181531232001>
- DeLaval. (2021). *Indicadores de flujo y medidores de leche - DeLaval*. <https://www.delaval.com/es-ec/our-solutions/milking/at-the-milking-point/milk-meters/>
- FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Primer Curso Ecuatoriano Colombiano de Ganadería Climáticamente Inteligente | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Primer Curso Ecuatoriano Colombiano de Ganadería Climáticamente Inteligente. FAO en Ecuador. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1250954/>
- Herrmann, M. (2020). *Descarga de Qt Designer para Windows y Mac*. <https://build-system.fman.io/qt-designer-download>

- Junquera, P. (2015). *Diseño y desarrollo de una aplicación de escritorio dedicada a la composición fotográfica* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/15170>
- LibreComputer. (2021). *AML-S905X-CC (La patata)*. <https://libre.computer/products/s905x/>
- Marín, R. (2020, February 12). *OpenCV, Instalación en Python y ejemplos básicos*. Inesem Business School. <https://www.inesem.es/revistadigital/informatica-y-tics/opencv/>
- Mejía, J. (2016). *Desarrollo de una Red Modbus RTU con Raspberry*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <http://hdl.handle.net/20.500.12622/4014>
- Rojo, A. (2016). *MANUAL DE USUARIO ODROID-XU4*. <https://docplayer.es/18152996-Manual-de-usuario-odroid-xu4.html>
- VisualStudioCode. (2022). *Documentación para el código de Visual Studio Code*. <https://code.visualstudio.com/>
- Weis, O. (2021). *Qué es RS485 - Guía de la Comunicación RS485* . <https://www.eltima.com/es/article/rs485-communication-guide/>
- Yanzeo. (2022). *UHF RFID Reader, Yanzeo SR681*. Yanzeo y RFID. <https://www.yanzeorfid.com/>

¡ Gracias !



¿ Preguntas ?



Contacto:

Nelson Cajamarca

nacajamarca@espe.edu.ec

Isaac Sanipatín

ifsanipatin@espe.edu.ec