

ESPECIFICACIONES PARA PATENTE

Índice

1. Introducción
 2. Estado de arte
 - a. América
 - b. Oceanía
 - c. Europa
 - d. Asia
 - e. África
 3. La máquina
 - a. Prototipo
 - b. Elementos de Hardware
 - i. Descripción de elementos
 - ii. Diagrama de conexiones
 4. Descripción del proceso
-

1. Introducción

- a. ¿Qué es y qué hace EVA?

El mundo está atravesando, desde hace varios años, una fuerte transformación digital que abarca desde la digitalización de formatos y documentos hasta la automatización de procesos complejos en todos los sectores. El sector electoral no se ha quedado atrás. En un gran número de países, los procesos electorales han migrado hacia voto electrónico o automatizado. Con el objetivo de estar a la vanguardia mundial y de modernizar el proceso de votación en Colombia, se ha creado la máquina EVA: una máquina electrónica para el apoyo de procesos electorales. EVA cuenta con un sistema innovador de procesamiento de imagen que permite identificar y contabilizar el voto marcado por el usuario de manera segura y rápida, y después deposita el tarjetón en la urna. A continuación, se presenta el estado de arte global en cuanto a máquinas y procesos de voto automatizado. Además, se presenta detalladamente la máquina, sus elementos y su funcionamiento.

2. Estado de arte

Actualmente, se encuentran en el mundo varios tipos de voto electrónico que se presentan a continuación.

Escaneo Óptico: El votante marca físicamente el tarjetón, el cual es introducido en la máquina para ser contabilizado directamente por esta.

Registro directo electrónico (DRE): Estas máquinas no implementan tarjetones, el registro de los votantes se realiza electrónicamente y se almacena de la misma manera. El votante no interactúa directamente con algún tarjetón, se implementan pantallas táctiles o controles de marcación, por ejemplo, Botones físicos de elección. Algunas maquinas DRE imprimen un soporte físico por motivos de ser necesarios en una auditoria posteriormente.

Voto por internet: Un sistema de votación que se realiza de manera virtual donde los votos se depositan en una urna remota. Indispensable el uso de redes telemáticas y de conexión a internet.

a. América

País	Tipo de voto electrónico	Descripción [1, 2, 3]
Estados Unidos	Escaneo Óptico DRE	En todos los estados se utilizan máquinas de escaneo óptico. Algunos pocos, tienen maquinas DRE combinadas con votos físicos. Además, se utiliza para elecciones de todo tipo.
Canadá	Escaneo Óptico DRE	Las elecciones en Canadá principalmente estas diseñadas para voto tradicional con papel. Sin embargo, algunas municipalidades implementan ya sea Escaneo óptico o DRE. Cabe destacar que estos métodos electrónicos son muy pequeños y que nunca se ha implementado a nivel federal.
Brasil	DRE	Brasil es uno de los países más importantes y avanzados en este aspecto, desde el año 1996 ya se trabajan con este tipo de máquinas. Mas adelante en el año 2000 se extendieron estas características a todo el territorio y niveles. Para el año 2018 las formas tradicionales de papel se eliminaron completamente

Venezuela	DRE	Al igual que Brasil es uno de los primeros países en implementar votación electrónica, empezando desde 1998. Actualmente cuentan con máquinas DRE de pantalla táctil en todo el territorio nacional. Así mismo tienen la capacidad de imprimir registros de todas las votaciones para alguna auditoria posterior. Sin embargo, todos los resultados son trasmítidos electrónicamente para evitar la centralización de los datos en alguna entidad.
Perú	DRE	Desde 2013 Perú implemento tecnología DRE con pantallas táctiles para realizar votaciones electrónicas, se cubrió un total de 14% de la población capacitada para votar.
Ecuador	Escaneo Óptico	En el año 2019 Ecuador con ayuda de tecnología brasileña experimento el uso del escaneo óptico con el fin de agilizar la entrega de resultados. Este método fue aplicado en algunas provincias del país como prueba piloto siendo un completo éxito.
México	DRE	El caso mexicano es interesante porque ya que cada estado tiene soberanía y libertad de implementar el método de votación que quieran. Por este motivo se han implementado maquinas DRE con pantallas táctiles en algunos casos.
Argentina	Escaneo Óptico DRE	Argentina, al igual que México, son países federales donde cada provincia tiene soberanía para elegir el método de votación. En este caso ha sido muy importante ya que han utilizado realizado pruebas piloto de los dos métodos de votación. Sin embargo, nunca se han utilizado para elecciones nacionales.
Paraguay	Escaneo Óptico DRE	Actualmente Paraguay tiene una ley que permite hacer las votaciones 100% electrónicas con sistemas DRE, esto ya que desde el 2001 se han venido probando estos métodos incluido el Escaneo Óptico. Sin embargo, por temas de auditoria han implementado algunas urnas manuales.
Chile	N/A	Chile a pesar de tener una ley que permite la implementación de votación electrónica, no registra ninguna experiencia en estas.

Costa Rica	Escaneo Óptico	Desde el año 2002 Costa Rica ha implementado pilotos para la automatización y control de votaciones electrónicas con tecnología de escaneo óptico. Sin embargo, solo han sido pilotos.
Honduras/Salvador	N/A	Estos dos países cuentan con organismos que se están encargando de saber el impacto que tendría votaciones electrónicas en el país. Hoy en día no han determinado nada y aun no cuentan con sistemas de votación electrónica ya en funcionamiento.
Colombia	N/A	Colombia cuenta con una ley que obliga a implementar esta tecnología en las elecciones, ha habido problemas en el desarrollo. La idea es implementar sistemas de Escaneo Óptico para que no se pierda el proceso cultural que tiene ir a votar. Hace 4 años se empezó el proceso de identificación biométrica que ha ayudado a que se agilice la implementación.

b. Oceanía

País	Tipo de voto electrónico	Descripción [1, 2, 3, 4]
Australia	Escaneo Óptico	En 1998, se desarrolló un sistema llamado "Sistema electrónico de votación y conteo". El proceso de votación se tiene en 12 lenguajes, incluye audio para discapacitados auditivos.
Fiyi	DRE	Desde el 2011 utilizan máquinas de voto electrónico DRE de India para los procesos de votación.
Nueva Zelanda	Voto por internet	En Nueva Zelanda el voto se realiza vía internet desde cualquier dispositivo que tenga acceso a la red. Se diferencia a los métodos convencionales de voto electrónico ya que el votante debe acercarse a una máquina de votación. En las votaciones de Nueva Zelanda el concepto de máquina de votación no se emplea.

c. Europa

País	Tipo de voto electrónico	Descripción [1, 2, 3, 5]
Bélgica	Escaneo óptico DRE	En Bélgica en 1994 se probó un dispositivo de marcado de votación. Este evolucionó hacia un sistema de con escaneo óptico que se utilizó por varios años. Se han realizado votaciones de manera electrónica con una máquina DRE que imprime el voto que luego debe ser escaneado y depositado en la urna.
Estonia	Voto por internet	El proceso electoral se realiza en su mayoría de forma remota utilizando internet, desde 2005.
Finlandia	DRE	Se utilizan máquinas DRE con conexión a internet, que en muchos casos presentaron problemas de inconsistencia.
Francia	Voto por internet	Se tuvo voto remoto por internet que se suspendió en 2017 debido a problemas de ciberseguridad.
Alemania	DRE	Se importaron máquinas DRE fabricadas en Holanda que no producen ningún tipo de registro en papel. Las máquinas presentaron problemas de seguridad por lo que fueron declaradas inconstitucionales.
Irlanda	DRE	Se han utilizado máquinas DRE holandesas para cubrir un pequeño porcentaje de las votaciones desde 2002. En 2012 el gobierno decidió deshacerse de todas las máquinas de voto electrónico.
Italia	DRE Voto por internet	En Italia se han hecho pruebas piloto tanto con máquinas DRE holandesas como con voto electrónico por internet. Sin embargo, todavía no existen legislaciones a nivel nacional.
Lituania	Voto por internet	En Lituania se ha implementado un sistema de voto por internet que cubre el 20% de los votos totales.
Holanda	DRE	Se utilizaron ampliamente máquinas DRE entre 1990 y 2007. Sin embargo, debido a fuertes polémicas generadas por problemas de seguridad, estas máquinas fueron prohibidas.
Noruega	DRE Voto por internet	Se realizaron pruebas piloto con máquinas que utilizan pantallas táctiles. También se trató de implementar voto por internet, pero no dio

		resultado debido a preocupaciones de los votantes por seguridad y privacidad.
España	Voto por internet DRE	Se han llevado a cabo votaciones por internet, pero no a nivel nacional ni en el sector público. En algunas regiones se han implementado también votaciones con máquinas DRE y con pantalla táctil.
Rumania	Voto por internet	Se implementó el voto por internet para extender la votación a soldados y servidores en Iraq o en otros escenarios de guerra, pero terminó por problemas de corrupción.
Suiza	Voto por internet	En Suiza se tiene implementado un sistema sólido de voto por internet que ya se encuentra en procesos para aprobarlo.
Inglaterra	Escaneo óptico	Se han llevado a cabo elecciones soportadas por sistemas de voto con escaneo óptico. En estos casos fue necesario realizar un diseño específico del tarjetón.
Escocia	Escaneo óptico	Se ha utilizado un sistema de voto por escaneo óptico para conteo electrónico de los tarjetones en papel. Esto implicó el diseño los tarjetones especiales, proceso que en algunos casos presentó errores e inconsistencias.
Bulgaria	DRE	Desde 2020, Bulgaria eliminó todos los tarjetones de papel para implementar el voto electrónico soportado por máquinas DRE.
Rusia	DRE Escaneo óptico	Se utilizó una máquina DRE con pantalla táctil para realizar el proceso de votación. También se adquirieron un gran número de urnas electrónicas con escaneo óptico.

d. África

País	Tipo de voto electrónico	Descripción [1, 2, 3, 6]
Namibia	DRE	Se convirtió en el primer país de África en 2014 en usar voto electrónico empleando la tecnología de India de la empresa Bharat Electronics Limited
Congo	DRE	Congo es uno de los primeros países en estrenar la tecnología de votación electrónica en el continente, es por esto por lo que se decidieron implementar unas máquinas DRE con pantallas táctiles para elecciones

		estatales. Fue un fracaso completo por temas de corrupción.
Nigeria	Escaneo Óptico	Desde el 2017 se aprobó una ley que permite uso de un sistema de escaneo óptico en las elecciones para la Comisión Nacional Electoral, era una prueba piloto para probar las tarjetas electrónicas, seguridad y lectores
Sierra Leona	DRE	Sierra Leona registra el primer país de África con votaciones electrónicas basadas en una maquina DRE y Blockchain. Se tercerizó el proceso de cuenta de votos que puede ser verificado desde varias entidades estatales de Suiza (país que presta el servicio).

e. Asia

País	Tipo de voto electrónico	Descripción [1, 2, 3]
Filipinas	Escaneo Óptico DRE	Desde el 2008 se han implementado sistemas de escaneo óptico y DRE con pantallas táctiles, dando como resultado que en 2016 se implementará una red completa de más de 92000 máquinas alrededor del país cubriendo las elecciones legislativas para más de 55 Millones de participantes.
India	Escaneo Óptico	Desde 1989 India ha implementado paulatinamente estas tecnologías actualmente todo su sistema de votación se basa en WPAT (WPAT Verification Paper Audit Trail) Con el fin de tener registro físico y evitar fraudes electorales.
Emiratos Árabes Unidos	DRE	Desde 2006 han implementado sistemas de votación electrónica, pero en 2011 durante las elecciones nacionales en 13 centros de votaciones utilizaron máquinas con pantallas táctiles DRE, además de esto se ha venido mejorando, pero aún no es una realidad para todo el país. Esto ha sido un gran incentivo y se ha aumentado la participación en más de un 100% desde el 2006.
Irak	DRE	En mayo de 2018 se implementaron sistemas de votación DRE, el problema fue que este sistema contaba con fallos de seguridad y fue hackeado repetidas ocasiones, causando que

		los partidos políticos los obligaron a dejar de usarlos.
Kazajistán	DRE	Se ha implementado un sistema de voto electrónico DRE con algunas variaciones, por lo que se dice que puede llegar a ser indirecto pues el votante tiene que marcar de forma electrónica un tarjetón. Sin embargo, esto se descontinuó en 2011 ya que los votantes preferían el tarjetón de papel tradicional.
Corea del Sur	Escaneo óptico	Se utiliza un sistema centralizado con escaneo óptico en cada oficina electoral regional. También se tienen máquinas para conteo e identificación de tarjetones similares a las máquinas contadoras de dinero de los bancos.
Japón	DRE	En 2002 se aprobó una ley que permite implementar votaciones electrónicas en algunas provincias. Se utilizan máquinas de votación DRE con pantalla táctil. Sin embargo, gracias a los altos costes que tienen las maquinas, se decidió no llevarlo a elecciones nacionales.
Kirguistán	Escaneo óptimo	En Kirguistán la votación y el conteo de votos se hace manual, sin embargo, se tienen máquinas de escaneo óptico que se utilizan para un doble chequeo.
Bangladesh	DRE	Llevan varios años tratando de implementar el uso de máquinas de voto electrónico DRE provenientes de India en las elecciones nacionales. Sin embargo, se han encontrado con un gran número de problemas por lo que no ha sido posible finalizar esta implementación.
Mongolia	DRE	En 2012, por primera vez se utilizó un sistema de votación electrónica en las elecciones parlamentarias para evitar el fraude en el recuento de votos, pero se registraron problemas técnicos.

En los anexos A y B, se muestran dos mapas en los que se presentan los países que tienen implementados sistemas de voto electrónico con sistemas DRE o escaneo óptico, así como también los países que cuentan con votos por internet.

3. La máquina

a. Prototipo

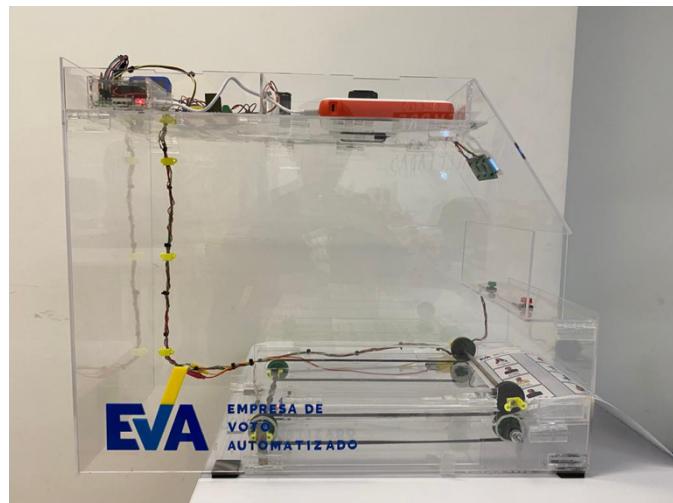


Figura 1. Vista frontal del prototipo de la máquina EVA

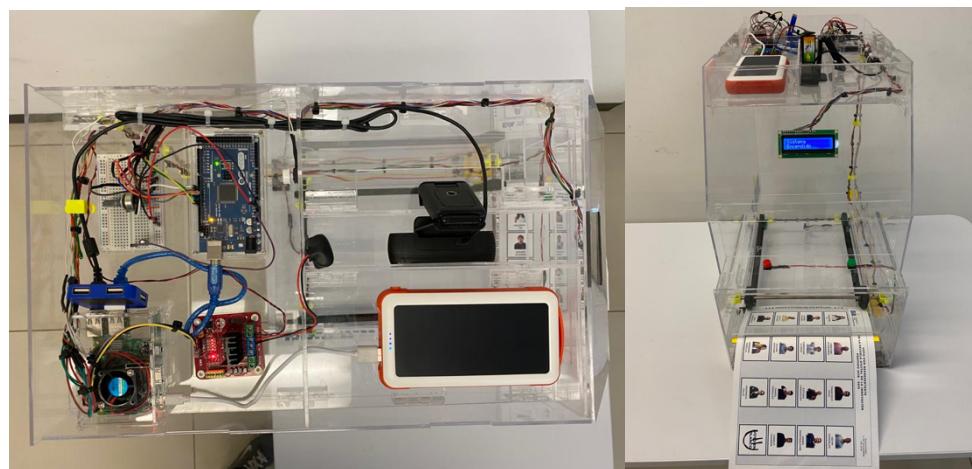


Figura 2. Vistas adicionales del prototipo (superior y lateral)

b. Elementos de Hardware

i. Descripción de elementos

A continuación, se presenta la lista de componentes de hardware que conforman la máquina de votación electrónico EVA.

Componente	Descripción	Funcionalidad
Fuente de Alimentación	Almacenamiento y suministro de energía.	Se utiliza para mantener energizado el microprocesador y los demás componentes que este, a su vez, alimenta. Todo esto con el fin de no depender de conexiones externas durante el proceso de votaciones.
Microprocesador o miniordenador	Dispositivo de procesamiento, coordina a los demás componentes.	Encargado de controlar el correcto funcionamiento de los demás elementos: movimiento de bandas, señal para captura de imagen de votos, entre otros. Este componente es capaz de grabar el modelo del formato del voto, identificar el individuo por el que se votó, identificar votos nulos, votos en blanco, llevar el registro de las votaciones, entre otras funciones.
Microcontrolador	Circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.	Es utilizado para controlar la pantalla LCD, donde se muestra el voto que la persona realizó y el estado de la máquina.
Driver PWM	Dispositivo que regula la velocidad del sistema de bandas.	Envía señales eléctricas que regulan la velocidad de los motores y por tanto la velocidad del sistema de bandas.
Sistema de bandas transportadoras	Movimiento de tarjetones de votos	Constituido por bandas y engranajes que permiten el movimiento de tarjetones de un punto A hacia un punto B.
Cámara USB	Captura de imágenes.	Este módulo de Hardware tiene como función tomar las fotos para hacer el reconocimiento de imágenes. Su principal característica es que debe ser de alta definición.
Sensores Infrarrojos	Dispositivo capaz de detectar el ingreso y salida del voto.	Rastrea la posición en el que se encuentra el papel ingresado en la máquina de votación.
Motor DC	Máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio	Se encarga de activar y desactivar el sistema de bandas en el momento necesario, además está controlado por el microprocesador.

Display/Pantalla LCD	Matriz de puntos que exhibe información relevante del proceso de votación.	Muestra la etapa del proceso de votación en la que se encuentra la máquina. Además, indica los resultados finales de la votación.
Pulsadores	Permiten el flujo de corriente mientras son accionados.	Son dispositivos genéricos y los utilizamos para que el usuario pueda definir si su voto fue contabilizado correctamente o no.

ii. Diagrama de conexiones

En la siguiente imagen se presentan los elementos de Hardware que componen la máquina EVA y como estos se encuentran conectados entre sí.

Fuente de alimentación

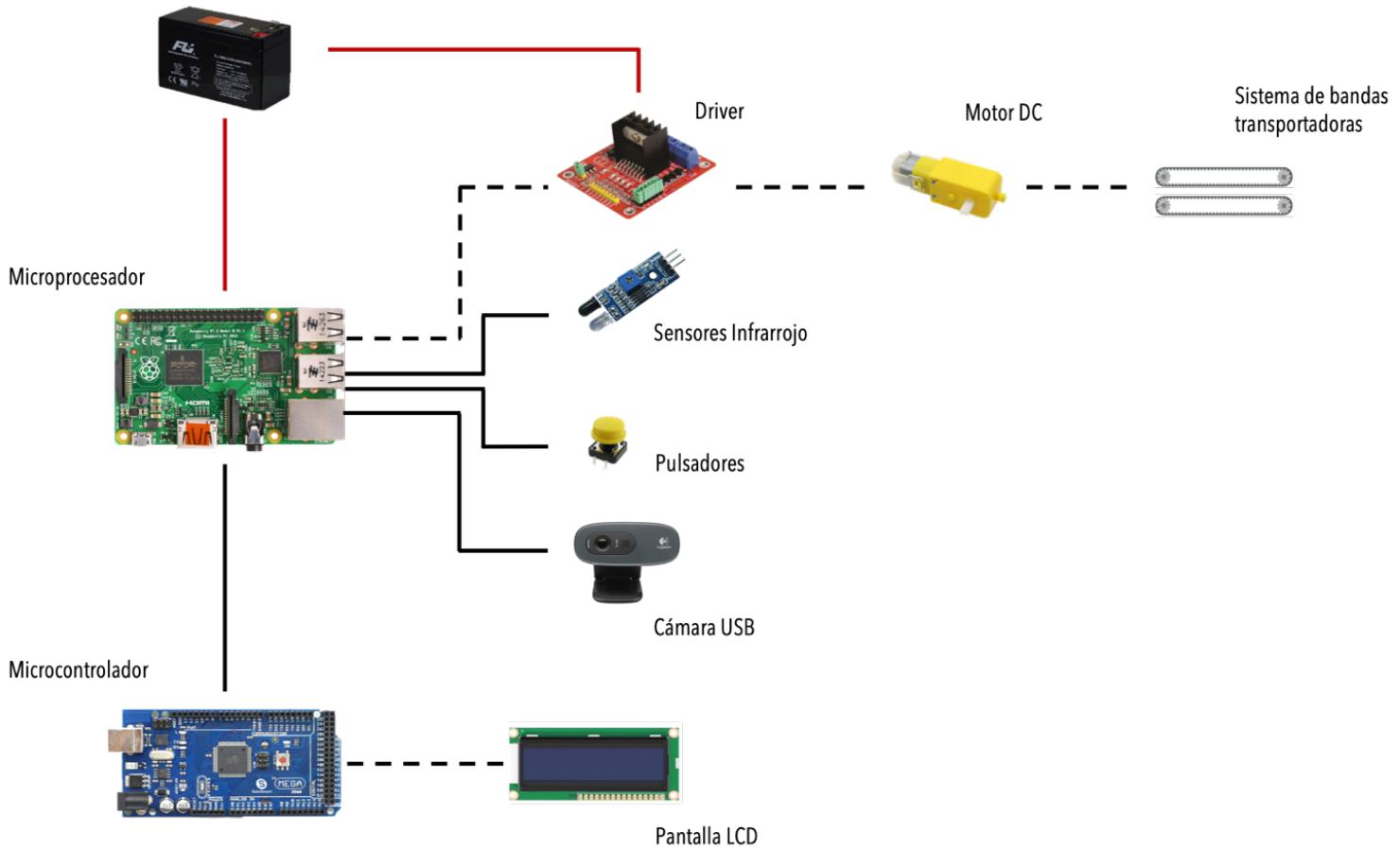


Figura 3. Diagrama de conexiones de la máquina EVA

4. Descripción del proceso

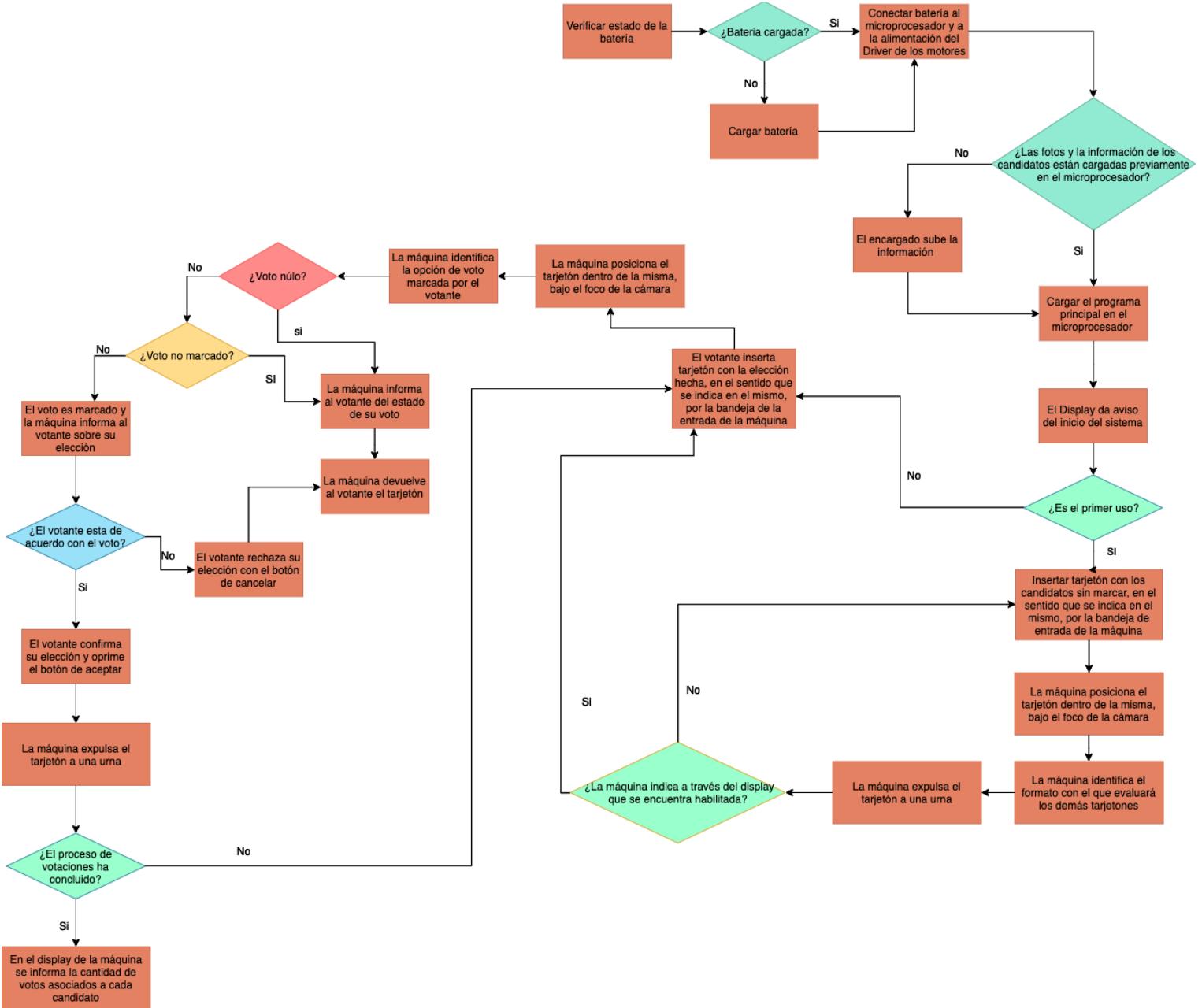


Figura 4. Diagrama de flujo de funcionamiento de EVA

El proceso de voto electrónico está compuesto por tres etapas principales, así como de unas precondiciones iniciales que deben cumplirse para la puesta en marcha de la máquina (etapa 0). A continuación, se presentan dichas etapas con su respectiva explicación.

ETAPA 0: Precondiciones de uso

- La fuente de alimentación (batería) debe estar cargada para que la máquina funcione.
- Las fotos y la información de los candidatos deben cargarse en el microprocesador, mediante un documento Excel.
- La fuente de alimentación debe conectarse al microprocesador y a la alimentación del driver (controlador) de los motores, según el diagrama de conexiones (figura 3).
- El programa principal se debe estar corriendo en el microprocesador.

ETAPA I: Ingreso y devolución del formato de voto

Una vez iniciado el programa principal, en la pantalla LCD de la máquina se indicará que el sistema ha iniciado. En este punto se debe insertar un tarjetón de votación sin marcar, en el sentido que se indica, por la bandeja de entrada de la máquina. El papel es desplazado al interior de la máquina de tal manera que este quede posicionado en el foco de la cámara. El sistema identifica el modelo del formato sin marcar, la disposición de las fotos y el nombre de cada candidato. Esto se logra al comparar la información que se había cargado con el documento Excel en la Etapa 0 con la imagen obtenida del tarjetón. Así, el sistema asocia cada candidato con su posición en el tarjetón. Finalmente, luego de una identificación y asociación exitosa, la máquina despacha el tarjetón ingresado fuera de la misma.

ETAPA II: Votaciones

Luego del paso anterior, la máquina indica que se encuentra habilitada para iniciar el proceso de votación.

1. Ingreso del voto

El votante en cuestión debe marcar el tarjetón tal como lo realizaría convencionalmente, la marca debe encontrarse dentro de los márgenes de la foto del candidato seleccionado.

Posteriormente, el votante ingresa el tarjetón marcado a la máquina respetando la orientación indicada por el papel. La máquina desplaza el papel al interior de esta de tal manera que se posicione en el foco de la cámara.

En este momento entra en acción el innovador sistema de procesamiento y reconocimiento de imagen. El programa que corre en el microprocesador se encarga de comparar la imagen de cada candidato cargada en el sistema inicialmente (Etapa 0) con la imagen del candidato en tarjetón marcado por un votante. Cabe resaltar que se sabe la posición de la imagen de cada candidato gracias al procedimiento realizado en la Etapa I. Así, se determina la imagen del tarjetón que presenta más diferencias con respecto a la imagen original del candidato, es decir, el candidato seleccionado por el votante.

2. Identificación del voto

Existen entonces tres resultados posibles del reconocimiento de imagen del tarjetón ingresado por el votante, realizado en el punto anterior.

Voto nulo: El formato se encuentra incorrectamente marcado. Esto puede deberse a que:

- Se ingresó un formato distinto.
- No es clara la intención de voto, los resultados de la comparación de las imágenes no son concluyentes.
- Se marcó más de un candidato, es decir que se encontraron diferencias significativas entre varias fotos del tarjetón con respecto a las originales.

Voto no marcado: El votante no realizó ninguna marca significativa dentro del formato, por lo cual el sistema no encuentra diferencias significativas entre las fotos originales de los candidatos y las del tarjetón marcado.

Voto marcado: El votante realizó una marca significativa en uno solo de los candidatos o en el voto en blanco, la cual fue detectada por el sistema al momento de realizar la comparación de imágenes.

En caso de que la máquina identifique un voto nulo o un voto no marcado, informa al usuario del estado de su voto y retorna el tarjetón.

3. Confirmación del voto

En caso de que la máquina identifique el voto como un voto marcado correctamente, informa al usuario de su elección con el fin de que este confirme el voto. Para esto, el usuario puede seleccionar, con ayuda de los pulsadores, si su elección coincide con lo que la máquina reporta.

En caso de que la elección del votante no coincida con el reporte de la máquina, el usuario rechaza la operación y se le regresa el tarjetón. De lo contrario, el voto es trasladado por la máquina hacia la urna y sumado al candidato seleccionado.

ETAPA III: Resultados

Una vez el proceso de votaciones haya concluido, el encargado debe dar por terminado el proceso.

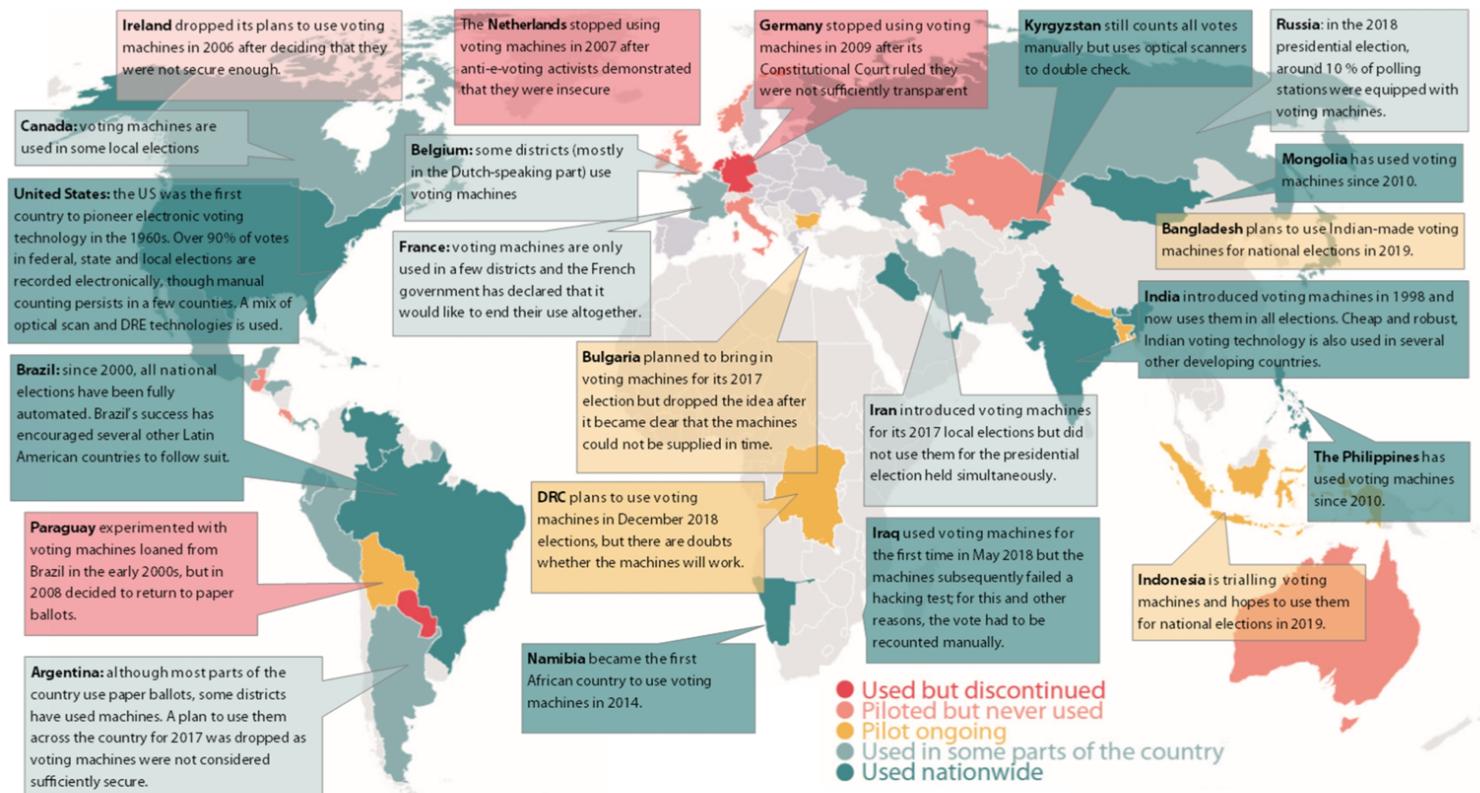
Cuando se le informe a la máquina que el proceso de votación terminó, se visualiza en la pantalla LCD la cantidad de votos asociados a cada candidato.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Institute for Democracy and Electoral Assistance. (n.d.). Data & Tools. (n.d.). Disponible en <https://www.idea.int/data-tools>
- [2] Vasco, E. J.- G. (n.d.). Voto Electrónico en el Mundo. Disponible en <https://www.euskadi.eus/informacion/voto-electronico-voto-electronico-en-el-mundo/web01-a2haukon/es/#490>
- [3] European Parliamentary Research Service (Septiembre, 2018). Digital Technology in Elections, Efficiency versus Credibility? Disponible en [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625178/EPRS_BRI\(2018\)625178_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625178/EPRS_BRI(2018)625178_EN.pdf)
- [4] Electronic voting - for people with vision impairment. (n.d.). Disponible en <https://web.archive.org/web/20071107104220/http://www.vec.vic.gov.au/electronicvoting.html>
- [5] Editors, P. B. (Marzo 27 de 2019). Fact check: Does machine voting exist in Europe? Disponible en <https://euelectionsbulgaria.com/fact-check-does-machine-voting-exist-in-europe/>
- [6] R. Gonggrijp, W. Hengeveld. (Octubre 6 de 2006). Nedap/Groendaal ES3B voting computer, a security analysis. Disponible en <http://wijvertrouwenstemcomputersniet.nl/images/9/91/Es3b-en.pdf>

ANEXOS

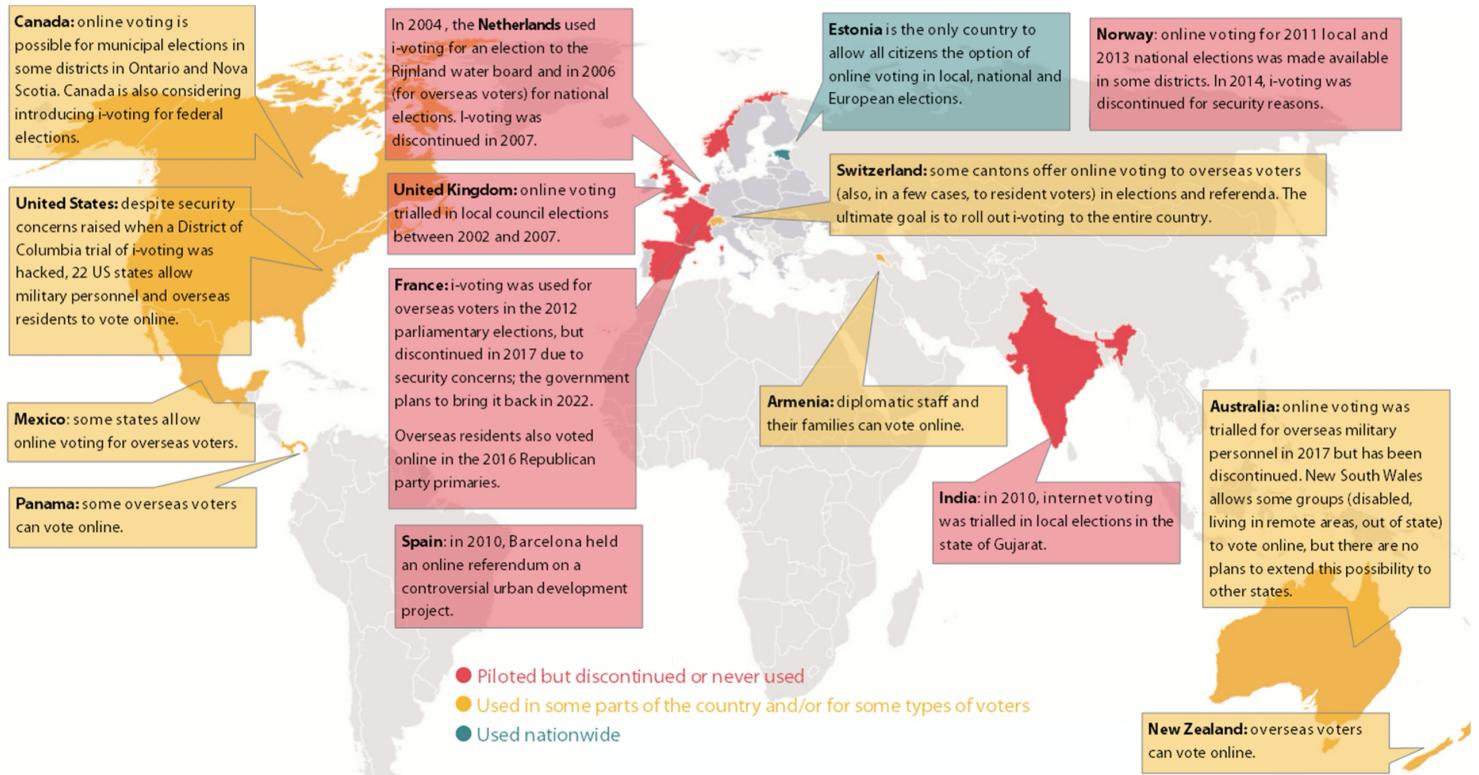
ANEXO A: Países con voto electrónico de escaneo óptico o DRE



Electronic voting has fallen out of favour in most European countries, but is gaining ground in Latin America, as well as the Middle and Far East.

Fuente: International Institute for Democracy and Electoral Assistance, International Foundation for Electoral Systems.

ANEXO B: Países con voto por internet



Several countries have experimented with internet voting, but only Estonia has used it extensively.

Fuente: International Institute for Democracy and Electoral Assistance, International Foundation for Electoral Systems.

ANEXO C: Planos de la carcasa protectora de la máquina

