



AUTOMATIZACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS EN LOS PARQUEADEROS DE CENTROS COMERCIALES EN VALLEDUPAR

(AUTOMATION OF PARKING LOTS IN THE PARKING LOTS OF SHOPPING CENTERS IN VALLEDUPAR)

Wolfgang Gutiérrez

Universidad Popular del Cesar

wolfgangtz@hotmail.com

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal diseñar la automatización en los estacionamientos localizados en los centros comerciales de la ciudad de Valledupar en Colombia. La misma estuvo sustentada teóricamente por autores como herrera (2004), Hurtado (2004) y la Secretaria de Transito y Transporte (2015). metodologicamente esta investigacion se considera descriptiva-proyectiva con diseño no experimental. Las tecnicas empleadas fueron la observacion directa, documental y entrevistas no estructuras y los nstrumentos las hojas de calculos y los blocks de notas. El estudio tuvo como resultados el diseño en cuanto a hardware y sogftware de un sistema de bajo costo y acesquible a la poblacion colombiana el cual consiste en un modulo emisor y otro receptor de ondas por radicoomunicacion entre los diversos parqueaderos en los centros comeciales a fin que el usuario pueda visualizar en todo momento y en tiempo real los puestos disponibles o no en estos espacios. se concluyo que basado en los componenets propuestos en el diseño, el mismo es factible a nivel economico y de bajo mantenimiento para los dueños de estos espacios comerciales.

Palabras claves: Automatizacion, radio comunicaci3n, parqueaderos.

ABSTRACT

The main objective of the research was to design the automation in the parking lots located in the shopping centers of the city of Valledupar in Colombia. It was supported theoretically by authors such as Herrera (2004), Hurtado (2004) and the Secretariat of Transit and Transport (2015). Methodologically, this research is considered descriptive-projective with non-experimental design. The techniques used were direct observation, documentary and non-structured interviews and the instruments the calculation sheets and notepads. The study resulted in the design in terms of hardware and software of a low-cost system that is accessible to the Colombian population, which consists of a transmitter module and another wave receiver by radiocommunication between the various parking lots in the shopping centers so that the user can see at any time and in real time the positions available



or not in these spaces. It was concluded that based on the components proposed in the design, it is feasible at an economic and low maintenance level for the owners of these commercial spaces.

Keywords: automation, radio communication, parking.

INTRODUCCION

Los procesos hoy en día buscan cada vez más estar totalmente automatizados, lo que permite mejorar un sin número de variables que generan en últimas una mejor productividad; según Herrera (2004) la Automatización se puede entender como la facultad de autonomía o acción de operar por sí solo que poseen los procesos industriales y donde las actividades de producción son realizadas a través de acciones autónomas, y la participación de fuerza física humana es mínima y la de inteligencia artificial, máxima. La automatización ha permitido mejorar el nivel de vida de las personas, y ha llegado al punto de ser casi indispensable en la vida diaria, como por ejemplo los portones automáticos para los garajes de los hogares, han pasado de ser un lujo para los hogares de las personas más pudientes a ser una característica más de los hogares de estrato medio.

En la práctica, la automatización de la industria alcanza diferentes niveles y grados ya que la posibilidad concreta de su implementación en los procesos de fabricación industrial varía considerablemente según se trate de procesos de producción continua o en serie. En efecto, en el primer caso, el conducto es el resultado de una serie de operaciones secuenciales, predeterminadas en su orden, poco numerosas, y que requieren su Integración en un flujo continuo de producción. Los principales aportes de la microelectrónica a este tipo de automatización son los mecanismos de control de las diversas fases o etapas productivas y la creciente capacidad de control integrado de todo el proceso productivo

La automatización brinda soluciones a problemas cotidianos, y cada vez se expande más por el mundo; en las ciudades principales ya se habla de automatización para solucionar problemas comunes abarcando desde el ámbito industrial hasta la vida urbana, uno de estos problemas son los parqueaderos, según la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (2014) Incluyendo todas las marcas, las ventas mundiales de automóviles llegan a los 77,8 millones de vehículos anuales. Se venden cerca de 150 nuevos vehículos cada minuto, es decir que sin tener en cuenta las motocicletas que se venden anualmente, ya hay una congestión de vehículos automotores en las ciudades principales del mundo, para mitigar un poco el efecto de la gran cantidad de automotores en las ciudades la automatización brinda una solución para mejorar la circulación vehicular: los parqueaderos inteligentes.

En el departamento de la Guajira, Específicamente en la ciudad de Valledupar, Colombia con la rápida proliferación de la industria automotriz, la búsqueda de un



lugar libre donde parquear se está volviendo más difícil día a día, lo que provoca congestión y accidentes vehiculares, Según las observaciones técnicas de estudios locales de la Alcaldía de Valledupar, (2016) en Valledupar los flujos son monocéntricos, por que el centro de la ciudad es el eje de todas las actividades.

La Secretaría de Tránsito y Transporte (2015) indica que el parque automotor de la ciudad crece cada año en torno al 2% y a la vez disminuye el porcentaje de ciudadanos que se traslada caminando. El parque automotor registrado en la Secretaría de Tránsito es de 60.450 vehículos de los cuales 35.200 son motocicletas, con tendencia a subir entre un 3 y un 4% al año, por otro lado entre un 18% y un 25% de los automóviles que circulan por el centro de la ciudad están buscando un lugar donde estacionar, ocasionando congestión dentro de los parqueaderos, pérdida deliberada de tiempo, contaminación auditiva, emisiones de CO₂ excesivas, lo que afecta la salud de los usuarios y contribuye a la contaminación ambiental.

Actualmente en la ciudad de Valledupar el proceso de estacionamiento en los parqueaderos se comportan a lazo abierto donde en este no se mide la salida a través de sensores instalados ni mucho menos se realimenta para compararla con la cantidad de puestos y/o estacionamientos disponibles, entonces aplicando el concepto a los parqueaderos de Valledupar se puede decir que es un sistema a lazo abierto, debido a que no hay retroalimentación de información del estado de los puestos del parqueadero.

Estas situaciones en el presente están ocasionando un incoherente flujo vehicular de manera desordenada y accidentada por lo que muchos usuarios del volante tienden a estrellarse entre ellos mismos en los parqueaderos específicamente del centro comercial y financiero de la ciudad de Valledupar bien sea ubicando el carro o en las salidas de los mismos, aunado a la falta de orden por parte de las cantidades máximas disponibles en estos estacionamientos lo que origina vehículos mal parqueados en zonas no aptas para esto.

Todo esto es a causa de dos (2) principales factores como lo son el crecimiento vehicular anteriormente comentado que ha tenido este departamento y sus ciudades creciendo principalmente en el turismo que estas ofrecen día a día y por otra parte debido a la burocracia de los gobiernos en los cabildos y/o alcaldías regionales al no tener control de la situación en cuanto a los parqueaderos, no teniendo un control de costos, orden de llegada y salida, cantidad de vehículos, puestos disponibles, entre otros.

Esto ha traído múltiples consecuencias dentro de las cuales se mencionan la pérdida de material de carrocería en un choque de vehículos, también poniendo la vida de los conductores en peligro al quedar mal parqueados sobre todo en el centro comercial y financiero de la ciudad de Valledupar el cual últimamente ha registrado diversos índices de accidentes por choques, multas por parqueo en zonas no aptas debido a la indisponibilidad de algún puesto libre de estacionar, entre otras.

A nivel Nacional e inclusive internacional, ya existen parqueaderos automatizados que utilizan redes de sensores. Ejemplo de ello es el centro comercial y financiero avenida Chile en Bogotá, Colombia, donde se instalaron 610



detectores ultrasónicos en cada una de las celdas de parqueo, junto con 36 pantallas numéricas para cada uno de los puntos en los cuales el conductor debe tomar una decisión y 7 pantallas externas distribuidas en dos entradas principales, las cuales totalizan la cantidad de cupos disponibles de cada nivel.

El centro comercial Ñaquito (cci) en QUITO, cuenta con el innovador sistema guiado de aparcamiento, permitiendo de una forma rápida y sencilla guiar al conductor desde que llega al estacionamiento, informándole de las plazas libres en cada uno de los niveles y posteriormente en el interior del aparcamiento, primero mediante carteles indicadores LED y luego mediante luces de color verde y roja en cada plaza. La ciudad de Málaga, España cuenta con un sistema guiado inteligente en toda su zona de estacionamiento, llamado SARE. Las plazas son sensorizadas mediante unos detectores de presencia del vehículo que permite conocer cuándo se ocupan y desocupan las plazas. Se instalaron paneles informativos en los lugares clave de flujo de tráfico, indicando las plazas de aparcamiento disponibles y la información se actualiza de forma automática gracias a los sensores.

OBJETIVO

Proponer la automatización del proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar, Colombia.

METODOLOGIA

Según Sabino (1986) “La investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada”. (Pág. 51).

Bajo este enfoque, la investigación se cataloga como descriptiva puesto que se pretende caracterizar la situación actual de los parqueaderos en la ciudad de Valledupar en Colombia con la finalidad de establecer parámetros adecuados que sustenten el diseño de un sistema automático para los estacionamientos de los centros comerciales en esta localidad.

Partiendo de esto también la investigación se menciona como proyectiva siendo este tipo de investigación, una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo. Hurtado (2004).



En función de esta información, el investigador debe diseñar o crear una propuesta capaz de producir los cambios deseados con la finalidad de dar una solución al problema del parqueo en la ciudad de Valledupar, esta investigación se proyecta para beneficiar a todo un departamento de la guajira colombiana. También con esto se creara un prototipo que será presentado ante las instancias gubernamentales para su aprobación y financiamiento respectivamente.

El diseño de la investigación, según (Tamayo, 2003) puede ser de 2 tipos: bibliográfica y de campo. En esta tesis, aplica un diseño bibliográfico ya que se recurre a la utilización de datos obtenidos por otros autores, y aplicados en pro del desarrollo de ella misma, además, los objetivos de esta tesis, los cuales son: determinar los factores que intervienen en el proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar, diseñar el sistema de automatización del proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar, seleccionar los dispositivos de instrumentación del sistema de automatización del proceso de estacionamiento de los parqueaderos de Valledupar y desarrollar un prototipo del sistema de automatización del proceso de estacionamiento de los parqueaderos de Valledupar, requieren para su desarrollo de una revisión de antecedentes bibliográficos que sirvan de soporte para el desarrollo de los mismos.

De acuerdo a Hurtado (2004) “las unidades de estudio se deben definir de tal modo que a través de ellas se puedan dar una respuesta completa y no parcial a la interrogante de la investigación”. Por otro lado de acuerdo a Tamayo (2003), “la unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser objeto de interés en una investigación”. En esta investigación se hace referencia que no existe una población ni muestra como tal, por lo que se estudiara la unidad de análisis como foco central y eje de estudio.

De acuerdo a lo anterior, se puede definir como la unidad de análisis en esta investigación el sistema automático del proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar.

Para lograr un análisis profundo se utilizará la técnica observación documental-bibliográfica, la cual es el punto de inicio pues permite profundizar el conocimiento sobre la situación a investigar. De acuerdo a Arias (2006) “la revisión documental, consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación”. Por otro lado Bavaresco (2006) la define como “la técnica que tiene su apoyo en todo tipos de notas de contenido”, en particular la investigación se apoyó en libros, revistas, entrevistas personales, foros, seminarios relacionados con las áreas de estacionamientos inteligentes, parqueaderos automáticos e instrumentación de procesos los cuales son pertinentes de la investigación

Tomando en cuenta lo anterior, el diseño de esta investigación se basara en el desarrollo de una encuesta que permitirá recolectar información acerca de los diferentes parqueaderos de la zona centro de la ciudad de Valledupar, y que servirían de base para el desarrollo del diseño del sistema de automatización, es decir, que se relacione con la investigación y que sea necesarias para que ayude al desarrollo de los objetivos planteados, dicho instrumento permitirá conocer más a



fondo la estructura de los parqueaderos de la zona centro de la ciudad de Valledupar

Por otro lado, el instrumento también se enfocara en recolectar información acerca de la opinión de los usuarios y administradores de los parqueaderos acerca del sistema de automatización, lo cual, permitirá analizar el impacto que tendría la implementación de este en los parqueaderos. Dentro del mismo orden de idea, se utilizara el cuaderno de notas representa como un instrumento en esta investigación la cual es definida como una libreta que el observador lleva consigo donde anota todo lo observado, en lo que se incluye el conjunto de informaciones, datos, expresiones, opiniones, hechos, croquis, que pueden constituir una valiosa información para la investigación (Cerdeña, 1991).

RESULTADOS

Situación actual del proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar.

En la zona centro de Valledupar existen 47 parqueaderos, los cuales cuentan con una capacidad total para el parqueo de 1308 vehículos, Así mismo estos establecimientos presentan 564 celdas habilitadas, es decir espacios que cumplen con las características de infraestructura como: techos, señalización, tipo de suelo, espacios entre otras para brinda un servicio de calidad al usuario.

Según el trabajo de campo ejecutado, al momento de realizar la encuesta a los administradores de los parqueaderos, se observa una cantidad de 749 celdas ocupadas, es decir que sobrepasa el número de celdas habilitadas del lugar, ya que utilizan zonas a la intemperie para estacionar vehículos. En ese sentido, cabe mencionar que los establecimientos dirigidos a esta actividad económica (parqueaderos privados) en la zona centro de Valledupar no cuentan con los espacios suficiente para la demanda de vehículos que circulan en la zona centro. Para observar la capacidad individual de cada estacionamiento

Teniendo presente la valoración que se desea hacer del centro histórico y comercial de la ciudad de Valledupar se seleccionaron cuarenta (40) calles y/o carreras de dicha zona que por su relación con las diversas actividades de la zona y de la valoración planteada son de relevancia. Ver Figura No. 1

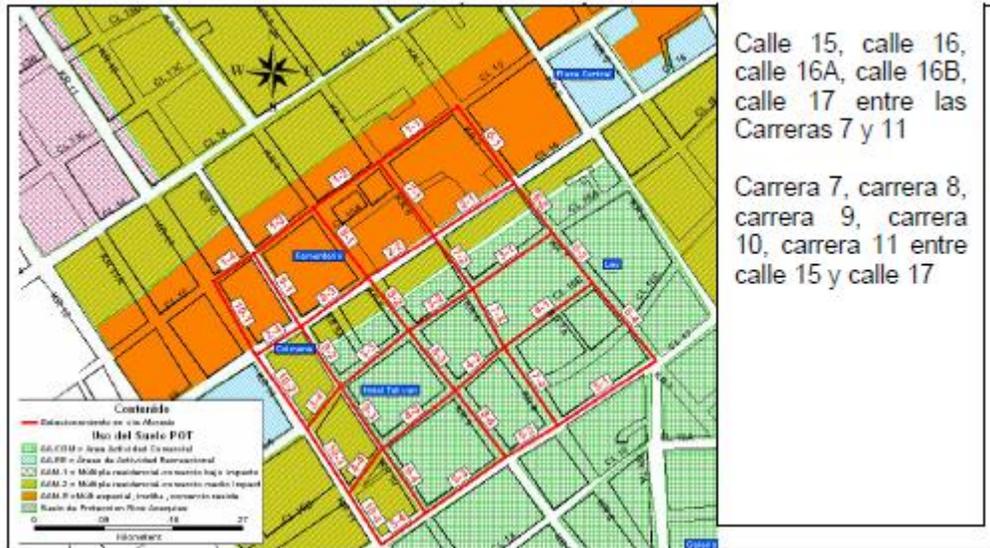


Figura 1. Plan de movilidad de Valledupar (2017), ubicación geográfica puntos de aforos parqueo en la vía 14 de marzo de 2007 (700-1200 y 1400-1900)
Fuente: Ministerio de Transporte (2017)

Del procesamiento de la información recopilada se resume para los corredores aforados el comportamiento a lo largo del día del total de vehículos estacionados observados en la Figura No. 2. Dicho comportamiento muestra un pico en la jornada de la mañana correspondiente de 10:00 a 11:00 horas y en la jornada de la tarde de las 15:00 a 16:00 horas. En general se aprecia que los vehículos estacionados prefieren la jornada de la mañana para su permanencia y se anota que algunos de los corredores evaluados poseen restricciones de parqueo, con su señalización respectiva la cual no es respetada

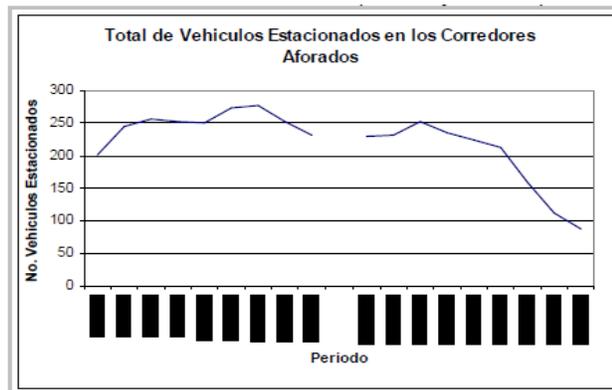


Figura 2 Plan de movilidad de Valledupar (2017), grafica resumen total vehículos estacionados sobre la vía aforadas - 14 de marzo de 2017 (700-1200 y 1400-1900).
Fuente: Ministerio de Transporte (2017)

La Figura No. 2, muestra específicamente el número de vehículos estacionados en las horas pico detectadas para el total de los corredores y permite identificar corredores tales como la calle 16 B entre carreras 10 y 7, calle 16 a entre carreras 10 y 11 y la carrera 11 entre calles 16a y 16b como vías de uso frecuente para estacionamiento.

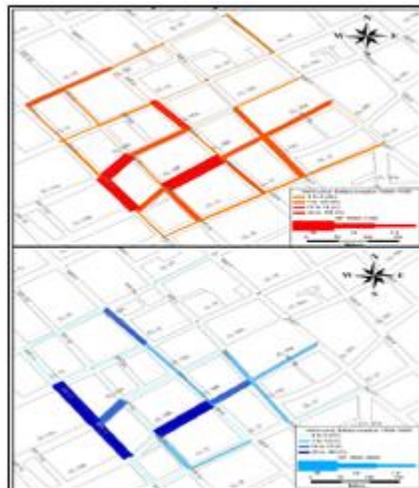


Figura 3. Fuente: plan de movilidad de Valledupar (2017), mapa temático número de vehículos parqueados sobre vía horas pico am y pm 2017
Fuente: Ministerio de Transporte (2017)

Lo resultados descritos anteriormente son concordantes con resultados obtenidos en el estudio de Movilidad de Zona Centro (Contrato de Consultoría 152-04), el cual infirió que la ubicación de la oferta y la cantidad ofrecida no correspondía adecuadamente a la demanda, hecho que induce a los usuarios a utilizar el espacio público para suplir sus necesidades de parqueo en especial en la zona centro-comercial, a pesar de que la gran mayoría de estos corredores se encuentren restringidos para este tipo de estacionamiento en vía.

Un actividad adicional que se suma al estacionamiento en vía, tiene que ver con las maniobras de cargue y descargue, que las actividades comerciales del sector requieren y que se añan en la congestión de la zona. Su reglamentación no es clara ni explícita, de tal manera que suceden casos donde se aprecia un tracto camión realizando maniobras de descargue en la zona centro de la ciudad a horas no adecuadas para el tráfico de la zona, el cual es una actividad generalizada.

De otro lado, se observa que el control sobre las motocicletas y los taxis en los corredores de la zona centro es inexistente y no presenta un control claro, es así, como en la calle 17 entre las carreras 7 y 8 existe un lugar destinado a su parqueo no obstante la reglamentación existente en cuanto a la restricción de motocicletas sobre este corredor y en el caso de los taxis no se presenta un control claro de ubicación de una Zona Amarilla que no obstaculice la circulación vehicular como sucede en la Av. Salguero sector de la galería.

a) Parqueaderos del centro de la ciudad de Valledupar

La ciudad de Valledupar, según (Secretaría de Tránsito y Transporte, 2010), no cuenta con la cantidad de parqueaderos necesarios para el parque automotor de la ciudad, por ende, se impulsa la creación de parqueaderos más que todo en la zona centro de la ciudad donde se concentra la actividad comercial de la ciudad. Los parqueaderos existentes limitan el tipo de vehículos a los que le pueden prestar el servicio de estacionamiento a automóviles, camperos, camionetas, ciclas y motos, excluyendo así a vehículos automotores de mayor tamaño como lo son camiones o mulas (limitándonos a la zona centro de la ciudad, debido a que en las afueras de la ciudad existen espacios privados de parqueo de vehículos de mayor tamaño)

Todo esto, debido a las limitaciones físicas de los parqueaderos, los cuales, son de tamaños reducidos y pueden albergar, según (Secretaría de Tránsito y Transporte, 2010), un promedio de 63 vehículos cada uno incluyendo motocicletas. La infraestructura de la gran mayoría de los parqueaderos de la zona centro de Valledupar son de un solo acceso, lo que dificulta la entrada y salida de vehículos y la maniobrabilidad de estos, a excepción de los parqueaderos de los centros comerciales de Valledupar.

b) Situación actual de los parqueaderos

De acuerdo a lo anteriormente hablando en cuanto a la estructura vial de la ciudad de Valledupar, los estacionamientos en todos los centros comerciales de esta localidad están en lazo abierto por lo que todo se realiza de manera manual. A continuación se presenta el modo actual de cómo se realiza el proceso de parquear en un establecimiento privado o público de la ciudad respectivamente.



Figura 4. Diagrama del proceso de estacionamiento en Centros comerciales de la ciudad de Valledupar

Fuente: Propia (2017)

Partiendo de lo anterior se puede decir que el proceso que se lleva a cabo en los estacionamientos de la ciudad de Valledupar se hace de manera manual y sin algún tipo de regulación. Iniciando el proceso, el vehículo llega al estacionamiento, en el mismo existe una caseta donde un oficial aguarda la misma y toma el control del ingreso y egreso de los vehículos. Una vez el carro se acerque el mismo portero toma nota de la matrícula del vehículo, hora y modelo de carro, luego entrega un tickete copia de estos datos, para luego el mismo poder aperturar la barra de acceso al estacionamiento. Cabe destacar que en este proceso no se tiene control del número de puestos y esto ocasiona el colapso dentro del estacionamiento cuando se encuentra totalmente lleno causando que los vehículos se parqueen mal. A continuación se presenta si diagrama de control

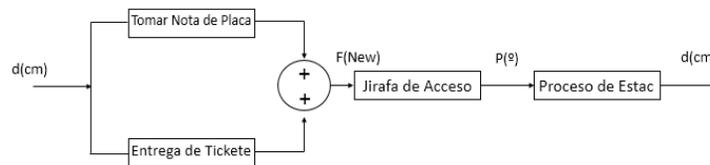


Figura 5. Diagrama de lazo de control abierto del proceso de estacionamiento en Centros comerciales de la ciudad de Valledupar
Fuente: Propia (2017)

El lazo de control se clasifica como abierto de manera manual por lo que la variable predominante es la distancia a la cual el portero debe cuidar para poder tomar nota de la placa y posteriormente da el tickete copia al cliente luego de esto el mismo oficial genera una fuerza con su brazo para poder aperturar la barra jirafa de acceso y esta se inclina unos grados ($^{\circ}$) en específico permitiendo el paso natural del vehículo. Una vez el vehículo dentro se ejecuta el proceso de estacionamiento guardando la distancia para el estacionamiento respectivamente. A continuación se muestra un esquema de diseño de estacionamientos manuales visto desde una vista aérea



Figura 6. Congestión vehicular proceso de estacionamiento en Centros comerciales de la ciudad de Valledupar
Fuente: Propia (2017)

Como se puede apreciar, los estacionamientos en esta ciudad carecen de un sistema de monitoreo, control u mecanismo automático que le permitan llevar un control de la situación, ocasionando situaciones como la evidenciada en la figura anterior puesto que esto genera un malestar en las personas que compran el tickete y tienen que esperar largos tiempos dentro del mismo hasta que los vehículos salientes puedan terminar su proceso. También los estacionamientos para discapacitados suelen ser tomados en ocasiones por personas desalineadas con la ley de parqueaderos del ministerio de transporte por lo que es necesario respetar los procedimientos de estacionamiento.

Parámetros y requerimientos para el proceso automático en los estacionamientos de los parqueaderos de Valledupar.

Para completar esta fase se debe estudiar los requerimientos y parámetros funcionales para la automatización del proceso de parqueaderos en los centros comerciales de la ciudad de Valledupar, de esta manera poder controlar el acceso y estacionamiento dentro de los rangos óptimos como puntos de referencia en el sistema, en la búsqueda de un correcto desarrollo. A continuación se presenta los requerimientos para los parqueaderos.

- Requerimientos operativos.

Los requerimientos acorde a la investigación se han dividido en corriente y voltaje para esta investigación. El voltaje del sistema se maneja en función de los componentes electrónicos que se establecerán en el diseño del hardware en el proceso automático del estacionamiento inteligente por lo cual a continuación se presentan los rangos en corriente continua operativos de voltaje y corriente manipulables en este estudio.

Tabla 1
Requerimientos para el proceso automático de parqueaderos

Requerimiento	Rangos Operativos		
	Mínimo	Óptimo	Máximo
Voltaje electrónica	5 Vdc	Variable*	24 Vdc
Voltaje alimentación (AC)	120 Vac	Variable*	240 Vac
Corriente	1mA	Variable*	300mA
Frecuencia	59 Hz	60 Hz	61 Hz

* Se habla de variable y que dependiendo de las etapas electrónicos, las mismas manejan diversos niveles de corriente y/o voltaje respectivamente.

Fuente: Propia (2017)

Partiendo de lo anterior, los niveles de voltaje son los estándares para sistemas micro controlados por lo que las corrientes van apegadas a estos rangos operativos. Cabe destacar que los requerimientos serán variables en función de las diversas etapas en los circuitos que se diseñaran en la fase de diseño en el hardware respectivamente. Ahora bien, es necesario cubrir con otros requerimientos mínimos como el espacio entre puestos con la finalidad de adecuar los sensores de presencia para los estacionamientos:

Tabla 2
Espacios mínimos para estacionamientos con respecto a la vía de acceso

Estacionamientos	A(m)	B(m)	C(m)
En 30°	5.00	4.30	3.30
En 45°	3.40	5.00	3.30
En 60°	2.75	5.50	6.00
En 90°	5.00	4.80	5.00
En Paralelo	6.00	2.20	3.30

Fuente: Propia (2017) modificado del Ministerio de Transporte (2017)

Partiendo de lo anterior, los estacionamientos en los centros comerciales de la ciudad de Valledupar son en su mayoría en configuración de 90° por lo que Se deberá establecer la distancia de estacionamiento de acuerdo al ángulo que éstos forman con la dirección del flujo de la vía, la demarcación de los espacios y al uso de parquímetros cuando corresponda. La identificación nos permitirá determinar la oferta de espacio a los sensores que detectaran la proximidad en la instancia de parqueadero, a continuación se presenta el cálculo de la distancia mínima.

- Parámetros de automatización

Los parámetros de automatización son imprescindible para poder dotar a los estacionamientos y/o parqueaderos la señalización adecuada a nivel de lazo de control para poder establecer las distancias mínimas requeridas para conseguir avisar con tiempo al conductor sobre disponibilidad o no del puesto de estacionamiento en los centros comerciales. A continuación se presenta el resultado de la ecuación número 1 del capítulo II donde se encontrara el espacio mínimo requerido para la instalación de sensores de proximidad en los estacionamientos.

$$N = \frac{L}{2.3} \rightarrow L = (2.3m \times 1) = 2.3m$$

Validando este resultado a partir de los datos suministrados por el ministerio de transporte colombiano, se puede decir que los sensores deben estar localizados hasta 4.6 metros, aproximadamente 5 metros antes que el conductor detecte que este lugar ha sido ocupado previamente por un automóvil que estaba anteriormente en este puesto. A continuación se presenta este baremo que se relató anteriormente.

Tabla 3
Espacios mínimos para los estacionamientos de vehículos livianos respecto a su lugar de emplazamiento

Espacios de Estacionamiento	Vehículos Livianos
Libre por todos lados	4.80m X 2.30m
Con la pared en cualquiera de sus lados	4.80m X 2.50m
Libre en los 2 lados	4.80m X 2.80m

Fuente: Propia (2017) modificado del Ministerio de Transporte (2017)

En función de los espacios mínimos, para los estacionamientos de vehículos livianos, es preciso destacar que los vehículos deben ser detectados por el sensor de proximidad aproximadamente. Para la entrada de clientes a los estacionamientos también se debe determinar la distancia óptima a la cual el sensor de proximidad tendrá que captar la entrada de un vehículo y procesar a través de su arquitectura de control si el estacionamiento está ocupado o no, por lo que a continuación se presenta la siguiente grafica con estos parámetros de distancia.

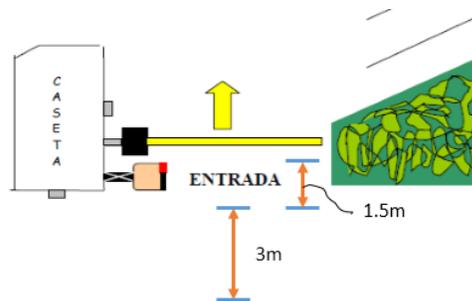


Figura 7. Distancias operacionales en el sensor de proximidad de los estacionamientos en Centros comerciales de la ciudad de Valledupar
Fuente: Propia (2017)

La figura anterior evidencia la distancia mínima para la detección de los vehículos y procesamiento del regulador para poder notificarle al cliente si existe o no la posibilidad de estacionar dentro de los centros comerciales donde la mínima distancia sería 3 metros para que el sensor detecte y pueda procesar la

información. Una vez detectado en la primera etapa, existe una segunda etapa de 1.5 metros antes de la barra de seguridad donde el cliente recibirá su respectivo tickete para la entrada al mismo aprobando con esto y asignando un puesto. Ahora bien, para finalizar se presenta los parámetros en el espacio de la frecuencia mínima requerida para comunicar todo el sistema automático. Esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4
Parámetros de radiofrecuencia para el proceso automático de parqueaderos

Requerimiento	Rangos Operativos		
	Mínimo	Optimo	Máximo
Altura de los módulos de detección	1.5m	2.5m	4m
Tiempo de respuesta del sistema	20 s	30 s*	60 s
Módulos RF	6 Bits	8 Bits	16 Bits
	10 MHz	20 MHz*	50 MHz
	3.3V	5V	6V
Fuentes de Voltaje	3.3V	5V-9V*	12V

* Se habla de variable y que dependiendo de las etapas electrónicos, las mismas manejaran diversos niveles de corriente y/o voltaje respectivamente.

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a los parámetros de radiofrecuencia anteriormente mencionados se hace hincapié en la tecnología a emplear por lo que la misma será seleccionada en el diseño por lo que la misma se tiene en principio que será de manera mixta (alámbrica, Inalámbrica) puesto que existen componentes que puedan estar sometidos a la conexión punto a punto mientras que las conexiones inalámbricas se manejan como esclavo-maestro. Es necesario conocer que esta tecnología admite los parámetros mínimos para su operación, con sus rangos operativos y con esto garantizar la operatividad para cualquier tecnología a elegir en función de los costos, disponibilidad y durabilidad en el tiempo.

Diseño del sistema de automatización del proceso de estacionamiento en los parqueaderos de Valledupar.

La automatización como una disciplina de la ingeniería que es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos

industriales. Esto trasladado a un estacionamiento se usa especialmente hablando de los vehículos Lugar o recinto reservado para estacionar vehículos Lugar donde puede estacionarse un automóvil de manera autónoma, En relación con los vehículos, se conoce como estacionamiento al espacio físico donde se deja el vehículo por un tiempo indeterminado cualquiera y, en algunos países hispanohablantes, también al acto de dejar inmovilizado un vehículo.

Por otra parte la adquisición de consiste en tomar un conjunto de variables físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el modulo o tarjeta de adquisición de datos DAQ, Una vez que las señales eléctricas se transforman en digitales, se envían a través del bus de datos dentro de la memoria de PC, se las puede procesar con un programa de aplicación adecuado al uso que el usuario desea. Partiendo de lo anterior, se presenta el esquema de lazo cerrado a proponer como parte del diseño de la investigación

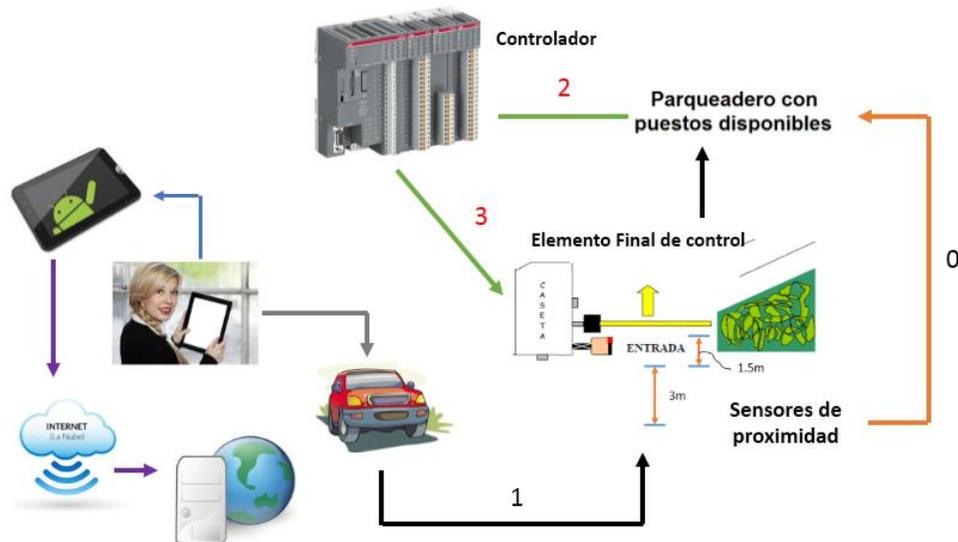


Figura 8. Topología de control y monitoreo del sistema automático de los parqueaderos
Fuente: Propia (2017)

Para la figura anterior, se evidencia claramente la topología de control a utilizar para el estacionamiento automatizado. Iniciando con el sensor de proximidad quien detectara la presencia a 4-5 metros de cualquier automóvil y a partir de un enlace esclavo-maestro verificara si los puestos del mismo se encuentran libres u ocupados para poder enviar una señal hacia los elementos finales de control que en este caso serían los motores y la banda para el acceso del vehículo. A partir de esto se encenderán luces de atenuación para ubicar el puesto donde el cliente se estacionara, avisando a su vez en paralelo la adecuación del mismo a través de

una aplicación móvil con datos guardados en la nube a través de comunicación inalámbrica. Esto suele representarse a través de un diagrama de bloques de control como se mostrara en la figura siguiente.

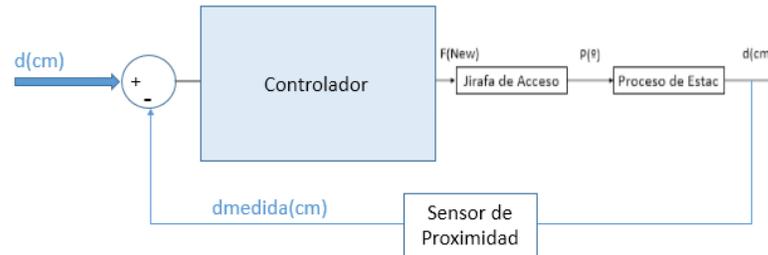


Figura 9. Diagrama de control en lazo cerrado del sistema automático de parqueaderos en centros comerciales propuesto
Fuente: Propia (2017)

El lazo de control cerrado es una arquitectura de control clásica que permitirá mantener un monitoreo analógico constante en la proximidad de los vehículos que se aproximen por el canal de estacionamiento diseñado para tal fin, siendo detectado por una serie de sensores que estarán tanto dentro como fuera del parqueadero estableciendo comunicaciones inalámbricas que permitan enviar una señal al regulador de ausencia o no de algún parqueadero en el centro comercial y poder dar acceso al vehículo. Cabe resaltar que este proceso será monitoreado por la sala de control del parqueadero así como también a través de una aplicación móvil que dispondrá el usuario para conectarse al centro comercial de su preferencia y lograr de esta manera adecuarse a un puesto en horas de congestión.

Ahora bien, es necesario establecer un sistema de comunicación para interconectar las diferentes acciones de los lazos de control que servirán como guía base para los diferentes mecanismos automáticos que se comunicaran a través de los procesos propuestos en esta investigación. A continuación se muestran en una primera parte la arquitectura de comunicaciones en función de la topología.

Cuadro 1
Topología de la red a emplear en el estacionamiento automatizado

Característica	Anillo	BUS
Disponibilidad	Tiene control descentralizado, el acceso es pasado de dispositivo a dispositivo	Son posibles tanto un control centralizado o descentralizado
Redundancia	Si la línea falla, la red falla. Se hacen necesario colocar interruptores de bypass si la falla del dispositivo no afecta la función de la red	Depende del modo de control de bus que se adopte. Para control centralizado es estrella, para control descentralizado, anillo
Expandibilidad	Ilimitado; sin embargo, el tiempo de rotación token, fija un límite práctico pues gobierna el tiempo de respuesta	Ilimitado, sin embargo, el tiempo de encuesta (polling) de todos los dispositivos es un límite práctico
Requerimiento de cables	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable coaxial u otro cable confiable	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable apantallado u otro cable confiable
Requerimientos de interfaz	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias
Conectividad	Su conectividad es limitada en función del protocolo. Admite conexiones punto a punto, maestro esclavo, entre otras	Su conectividad es más versátil, admite conexiones punto a punto, multipunto, maestro-esclavo

Fuente: Propia (2017)

Con respecto a las topologías de redes inalámbricamente hablando, el uso de computadoras aplicadas al control automático evolucionó desde un único computador supervisando algunos controladores analógicos a complejos sistemas que interrelacionan múltiples procesadores en marcas reconocidas. También se destaca que esta arquitectura de red seleccionada es multipunto, la cantidad de cableado es menor con respecto a la tipología anillo o estrella, ya que utiliza un cable largo que actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red, permitiendo principalmente la facilidad de instalación a nivel de campo, disminuyendo los costos por mano de obra, material y mantenimiento

Ahora bien, seleccionada la tipología de red BUS y con la función maestro-esclavo, se procede a la selección del protocolo de comunicación, cuya matriz de selección es detalla en el cuadro a continuación; con el objetivo de obtener todos los puntos necesarios para realizar el diseño de la arquitectura de red correspondiente al sistema automático que gobernara la alimentación principal de energía en todo el sistema automático del estacionamiento en los centros comerciales y con él, también las conexiones de los respaldos respectivamente dentro de este recinto.

Tabla 5
Red de comunicaciones a seleccionar en el estacionamiento automatizado

NOMBRE	TOPOLOGÍA	SOPORTE	RADIO DE TRANSMISION (BPS)	DISTANCIA MX (KM)	COMUNICACION
LONWORKS	Bus, estrella, lazo y anillo	Par trenzado Fibra óptica Coaxial,radio	500K	2	Maestro/Esclavo Punto a punto
INTERBUS-S	Segmentado	Par trenzado Fibra óptica	500K	400/segm 12.8 total	Maestro/Esclavo
DEVICENET	Troncal/puntual c/bifurcación		500K	0.5 6 c/repetidor	Maestro/Esclavo Punto a punto Multi maestro
AS-I	Bus, anillo, árbol y estrella	Par trenzado	167K	0.1 0.3 c/rep	Maestro/Esclavo
ETHERNET INDUSTRIAL	Bus, estrella, malla	Coaxial Par trenzado Fibra óptica	10,100M	0.1 100 mono c/switch	Maestro/Esclavo Punto a punto
RFID	Bus, estrella, malla	Inalámbrica	2.4GHz 4-32kB	10-100km	Maestro/Esclavo Punto a punto
SPI	Bus, estrella, malla		2.4GHz 4-32kB	10-60km	Maestro/Esclavo Punto a punto
I ² C	Bus, estrella, malla	Coaxial Par trenzado	3.2M		Maestro/Esclavo
HART		Par trenzado	1.2K		Maestro/Esclavo
CAN	Bus	Paralelo, trenzados/blindados	10-100m @ 500Kbits/s	120m	Maestro/Esclavo Punto a punto

Fuente: Propia (2017)

Partiendo de la tabla anterior, la topología seleccionada anteriormente, se propone la utilización del protocolo de red "Ethernet" ya que es un protocolo universal ratificado para SPI o comunicación por radio frecuencia la cual tiene un espectro de comunicación inalámbrica aceptable para estas aplicaciones embebidas. Estas topologías suelen ser LAN/WAN las cuales trabajaran con propiedades/componentes que se alojaran todo el tiempo en la nube y podrán ser vistos desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

El diseño del sistema de automatización fue creado por el autor de esta tesis, basándose en varios pilares esenciales descritos en el capítulo 1 en el apartado de Bases Teóricas, a continuación se explicara cómo funciona el diseño. Basándose en una red de sensores WSN, el diseño propone crear una serie de módulos esclavos los cuales se ubicaran en los puestos del parqueadero (por ende deben de existir tantos módulos esclavos, como puestos en el parqueadero, por consiguiente, la red de sensores varia su tamaño dependiendo del parqueadero donde se instalaría) los cuales tienen como objeto verificar el estado de cada puesto (disponible u ocupado) y enviar esta información a un único modulo maestro.



Figura 10. Ilustración de una red de sensores desplegada en un parqueadero
Fuente: Propia (2017)

Como ilustra la imagen anterior, cada módulo esclavo debe de ir en cada puesto del parqueadero, estos se deben ubicar a una altura de 2,5 metros sobre el suelo, ya que a esa altura es que se programó el módulo para que detecte si hay o no vehículos ocupando el espacio, cabe resaltar, que el vehículo debe de ponerse debajo del sensor para que este lo detecte, ya que si este se encuentra parcialmente ubicado en el puesto, o es delgado y no se parquea debajo del sensor, entonces este no lo podrá detectar y tomara el puesto como vacío.

Por otro lado, el módulo maestro se debe de ubicar en la garita del parqueadero, o en un lugar que no sea de fácil acceso para el personal ajeno al parqueadero, este funciona de manera autónoma y pedirá cada 30 segundos información a los módulos esclavos acerca del estado de los puestos del parqueadero, una vez sea recibida esa información, el módulo maestro la ordenara y enviara mediante bluetooth a un dispositivo con sistema operativo Android, el cual tendrá instalada una aplicación cuyo objetivo es tomar esa información y subirla a una base de datos alojada en un servidor en internet.

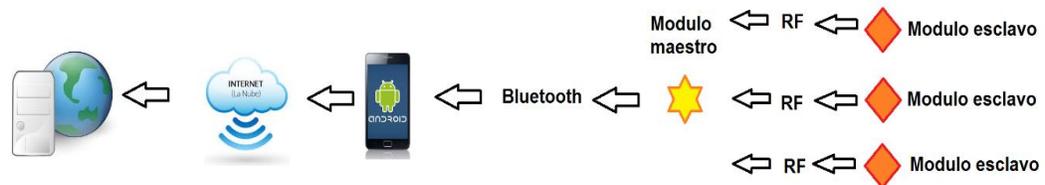


Figura 11. Camino de la información, desde los módulos esclavos hasta el servidor alojado en internet.
Fuente: Propia (2017)

La imagen anterior muestra el proceso de envío de información hacia el servidor alojado en internet, esto se repite cada 30 segundos que es cuando el módulo



maestro pide a los módulos esclavos mediante tecnología de radiofrecuencia información acerca del estado de los puestos del parqueadero, una vez llegada esa información, el modulo maestro la envía de manera ordenada a un dispositivo con sistema operativo Android que tiene una aplicación instalada cuyo objetivo es subir esa información a el servidor (tanto el modulo maestro como este dispositivo Android deben de estar en la garita del parqueadero, o en un lugar que solo pueda acceder el administrador). Para el usuario final, se dispone de un aplicativo echo para cada parqueadero donde se instalara el sistema de automatización, el cual brindara la información recogida de los módulos esclavos, y de una manera gráfica e intuitiva, el usuario podrá ver si el parqueadero tiene puestos disponibles o no.

- **Modulo Esclavo**

El modulo esclavo no es más que un Microcontrolador que este habilitado para manejar el protocolo SPI, el cual según (Navarro, 2014 es un acrónimo para referirse al protocolo de comunicación serial (Serial Peripheral Interface), este protocolo nace casi a principios de 1980 cuando Motorola lo comienza a introducir y desarrollar en el primer microcontrolador derivado de la misma arquitectura del microcontrolador 680000. SPI se ha convertido es uno de los más populares protocolos para trabajar con comunicación serial debido a su velocidad de transmisión, simplicidad, funcionamiento y también gracias a que muchos dispositivos en el mercado como pantallas LCD, sensores, microcontroladores pueden trabajar con él.

SPI es un protocolo síncrono que trabaja en modo full duplex para recibir y transmitir información, permitiendo que dos dispositivos pueden comunicarse entre sí al mismo tiempo utilizando canales diferentes o líneas diferentes en el mismo cable. Al ser un protocolo síncrono el sistema cuenta con una línea adicional a la de datos encarga de llevar el proceso de sincronismo. El protocolo SPI es necesario para usar el Modulo RF necesario para comunicar el modulo esclavo con el modulo maestro.

Por otro lado, el Microcontrolador del módulo maestro también tiene un sensor ultrasónico, este es el responsable de medir la distancia que hay del techo hasta el suelo del parqueadero, y de esta manera, se puede decir si el puesto donde se instaló el modulo esclavo está vacío u ocupado. Cabe destacar que el modulo debe de estar a una distancia máxima de 2,5 metros, ya que esta es la distancia pre programada en el Microcontrolador para que el modulo pueda detectar si el puesto está o no desocupado.

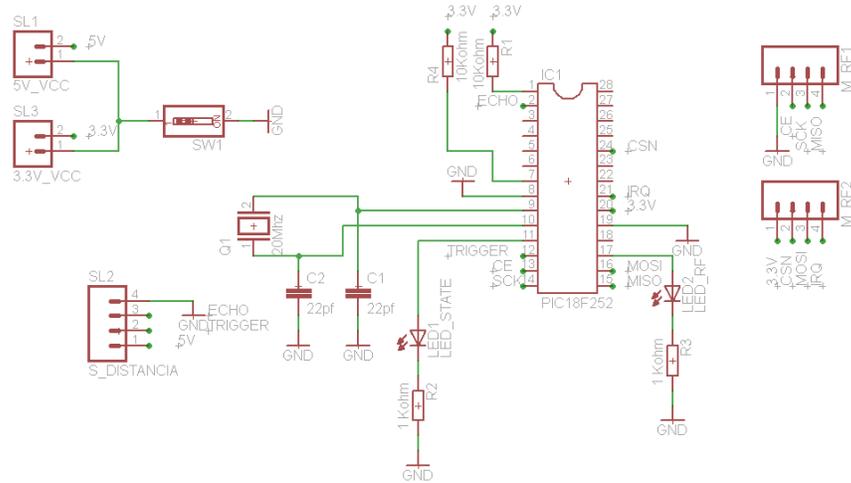


Figura 12 Diseño del módulo esclavo
Fuente: Propia (2017)

En la imagen anterior se aprecia ver el diseño del módulo esclavo, el cual, consta de un Microcontrolador, al cual está conectado la resistencia R1, encargada de mantener un nivel alto en el master clear del Microcontrolador para que este pueda trabajar, si este pin está en nivel bajo, el Microcontrolador entra en estado de reset, por otro lado, la resistencia R4 asegura la alimentación al Microcontrolador para que este funcione, en los pines 9 y 10 se conecta el cristal de 20Mhz (con sus respectivos filtros bypass) encargado de mantener la sincronía (la cual determina la noción del tiempo del Microcontrolador), además, en los pines 11 y 17 tiene 2 LED'S encargados de avisar cuando el Microcontrolador está recibiendo y enviado datos mediante el modulo RF, en los pines 2 y 12 está conectado el sensor ultrasónico, los cuales están nombrados como ECHO y TRIGGER, y en los pines 13,14,15,16,21 y 24 está conectado el modulo RF, estos pines los usa el Microcontrolador para entablar la comunicación con el modulo RF haciendo uso del protocolo SPI. El modulo esclavo debe de tener una alimentación de 5 voltios para el sensor ultrasónico y una de 3,3 voltios para el Microcontrolador y el modulo RF.

- **Modulo Maestro**

Así como se mostró anteriormente el diseño del módulo esclavo que tendrá cada parqueadero con su sistema de sensores, el modulo maestro contiene otro Microcontrolador, el cual tiene conectado los siguientes periféricos. A continuación se muestra el diseño electrónico del módulo maestro con todas sus conexiones físicas.

usa el protocolo SPI para usar el modulo RF y usa los pines 16, 17, 18, 23,24 y 33 del Microcontrolador. Adicionalmente a los periféricos antes mencionados, el Microcontrolador 16F877A tiene conectado en los pines 13 y 14 un cristal de 20 Mhz (con sus respectivos filtros Bypass) y 3 LED's en los pines 3,4 y 5 encargados de avisar cuando el Microcontrolador está enviado y recibiendo información mediante el modulo RF y mediante el modulo Bluetooth, además, tiene conectada la resistencia R1 para asegurar el nivel alto en el Master clear del PIC.

El modulo maestro debe de tener una alimentación de 5 voltios para el Bluetooth y la LCD y una de 3,3 voltios para el Microcontrolador y el modulo RF. Ahora bien todos estos parámetros mencionados anteriormente cumplen con los requerimientos evidenciados en la FASE I de esta investigación. A continuación se presenta el diagrama de flujo de programación para el sistema de automatización en los parqueaderos destacando un lenguaje universal para esta instancia.

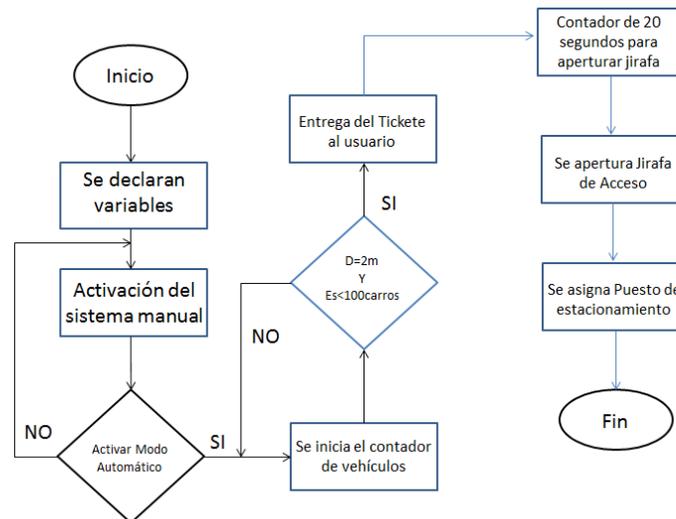


Figura 14. Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema de automatización en la entrada en los parqueaderos.
Fuente: Propia (2017)

Partiendo de lo anterior, se destaca desde el diagrama inicial (A), una vez revisado esto el sistema está listo para la verificación de condiciones. Este diagrama contiene una secuencia autónoma para el uso unitario de sensores de proximidad (distancia) los cuales se unirán a través de una red de sensores los cuales enviarán una señal al módulo maestro para conocer la disponibilidad de estacionamiento. Esto garantiza que para una distancia de 2 metros del vehículo el cual es detectado por el sensor de proximidad, el sistema tendrá la capacidad de actualizar sus puestos de estacionamiento y brindarle o no el acceso al mismo comprobando la cantidad de vehículos que se encuentren en los diferentes puestos

de parqueaderos en centros comerciales. Ahora bien se presenta la lógica para la salida la cual se ve alterada por algunas condiciones finales.

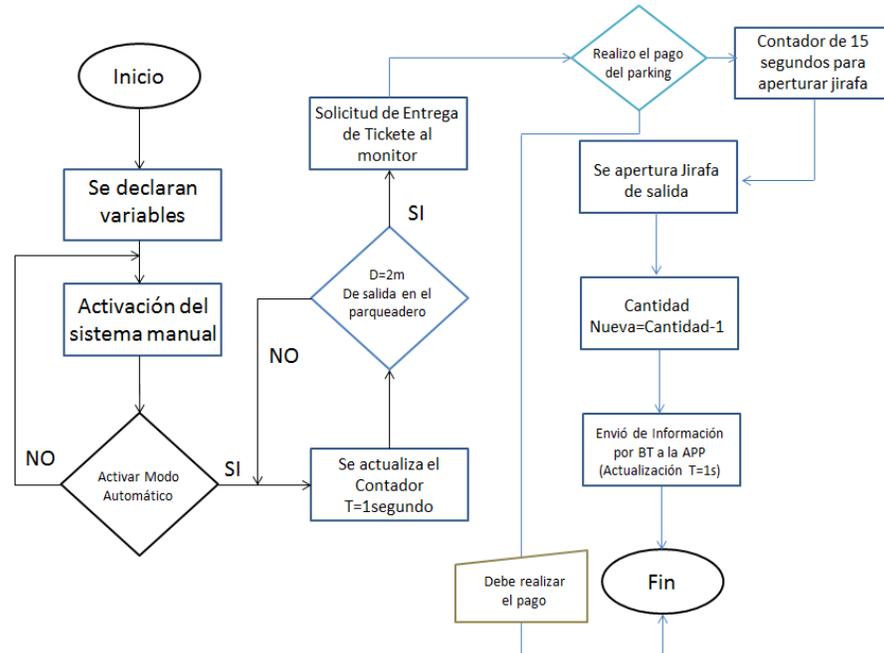


Figura 15. Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema de automatización en la salida en los parqueaderos.
Fuente: Propia (2017)

En el anterior diagrama se observa claramente que una vez que compruebe que el vehículo saldrá del parqueadero el mismo comienza con la solicitud del tickete la cual es procesado para comprobar si el cliente realizó el pago, una vez validada esta información, el sistema apertura para su salida y el contador disminuye en 1,2,3.....n puestos la salida de los vehículos y transmite la información hasta la APP del móvil para culminar con el proceso respectivamente.

CONCLUSIONES

en base al estudio desarrollado se destacan aspectos tecnológicos en cuanto al bajo costo que tiene este sistema y el alto retorno económico que el mecanismo automatizado en estos parqueaderos tendrá, empleando los mantenimientos adecuados el mismo lograra consolidarse como accesible a los grandes empresarios de los centros comerciales y con esto mantenerse dentro de las regulaciones que establece la ley de parqueaderos colombiana y con esto mantener costos adaptados a las necesidades de los colombianos y colombianas.



Por otra parte, en cuanto a los aspectos técnicos que se requieren estén en estos espacios abiertos, lo más resaltantes son las telecomunicaciones donde se deben instalar antenas repetidoras entre puntos concéntricos a fin de contener un espectro con mayor alcance al usuario y que este pueda observar en la aplicación móvil todos los parqueaderos en tiempo real y su disponibilidad en estacionamiento respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias (2006) El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración 4ta Edición. Editorial Episteme. Caracas (Venezuela).
- Bavaresco, A (2006) Proceso metodológico en la investigación (Cómo hacer un diseño de investigación). Ediluz. Maracaibo, Venezuela.
- Cerda, H (1991) La investigación total. La unidad metodológica en la investigación científica. Editorial Magisterio. Colombia
- Herrera (2004) Gestión tecnológica para domótica y telecontrol. (Trabajo de grado de maestría en Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.).
- Hurtado, J (2004) El proyecto de investigación. Metodología de la Investigación. Holística Sypal. Caracas, Venezuela
- Sabino, C (1986) El proceso de investigación. Editorial Panapo de Venezuela.
- Tamayo, M (2003) El proceso de investigación científica. México: Editorial Limusa

REFERENCIAS INSTITUCIONALES

- Alcaldía de Valledupar (2016) “Informe de gestión del año 2016”, Prosperidad para todos.
- Ministerio de Transporte (2017) “Rendición de cuentas del año 2017”, la movilidad es de todos.
- Organización Internacional de Constructores de Automóviles (2014) “estadísticas anuales de producción”. <http://www.oica.net/category/production-statistics/2016-statistics/>
- Secretaría de Tránsito y Transporte (2015) “código de tránsito colombiano”, aspectos fundamentales, estacionamientos, regulaciones, normas y procedimientos. <https://www.mintransporte.gov.co/>