

Discussion Paper / Artículo de reflexión - Tipo 2

Mobile payments system employing NFC technology under the Android operating system

Jose Luis Cerón Imbachi / jocec@unicauca.edu.co

Dario Leonardo Narvaez Jacome / dlnarvaez@unicauca.edu.co

Gustavo Ramírez González, Ph.D. / gramirez@unicauca.edu.co

Departamento de Telemática - Universidad del Cauca, Popayán-Colombia

ABSTRACT Today in Colombia most high-cost payments are made electronically. However, frequent and low-cost payments –equivalent to 42,000 million dollars per month–, have experienced just a tiny transition to electronic transfers, due to barriers such as low levels of inclusion, transactional taxes and a highly informal economy. Meanwhile, big companies have developed and implemented the NFC technology in mobile phones for payment systems. Motivated by the facts outlined above, the initiative to develop a proposal for a mobile payments system using NFC technology is gaining strength. This can be applied in areas of low financial inclusion, such as rural areas, basically in support of farming.

KEYWORDS NFC; e-payment; rural development.

Sistema de pagos móviles empleando la tecnología NFC, bajo el sistema operativo Android

RESUMEN Hoy en Colombia la mayoría de los pagos de alto costo se realiza electrónicamente. Sin embargo, los pagos frecuentes y de bajo costo –que equivalente a 42 mil millones de dólares al mes– han experimentado solo una pequeña transición hacia las transferencias electrónicas, debido a barreras tales como: los bajos niveles de inclusión, la existencia de impuestos transaccionales y una economía altamente informal. Es un hecho que las grandes empresas han desarrollado e implementado la tecnología NFC en los teléfonos móviles para los sistemas de pagos. Motivados por los hechos mencionados, nace la iniciativa de elaborar una propuesta de un sistema de pagos móviles utilizando la tecnología NFC, que se puede aplicar en zonas de baja inclusión financiera –como las zonas rurales–, donde la economía se basa, primordialmente en la agricultura.

PALABRAS CLAVE NFC; pagos electrónicos; desarrollo rural.

Sistema de pagamentos móveis usando a tecnologia NFC, no sistema operacional Android

RESUMO Hoje na Colômbia, a maior parte dos pagamentos mais caros são feitos eletronicamente. No entanto, os pagamentos frequentes e de baixo custo, que equivalem a 42 mil milhões de dólares por mês sofreram apenas uma pequena transição para as transferências eletrônicas, devido a obstáculos, tais como baixos níveis de inclusão, a existência de impostos sobre as transações e uma economia altamente informal. É um fato que as grandes empresas têm desenvolvido e implementado tecnologias NFC nos celulares para os sistemas de pagamento. Motivados pelos fatos mencionados, nasce a iniciativa de desenvolver uma proposta de um sistema de pagamentos móveis utilizando a tecnologia NFC, que possa ser aplicado em áreas de baixa inclusão financeira, tais como as zonas rurais, onde a economia é baseada principalmente na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE NFC; pagamentos eletrônicos; desenvolvimento rural

I. Introduction

The mobile phone has become an indispensable daily tool that incorporates many applications and technologies; additionally, it allows the inclusion of sectors of the population that, due mainly to economic and geographic factors, have no or limited access to essential services, as is the case of financial services in rural areas. Offering this type of service in these regions would contribute positively to the country's progress.

In 2013, the growth of the economic index in Nigeria was 6%, of which 83% corresponded to agricultural activities that made use of payments through mobile devices (Barungi, Ogunleye, & Zamba, 2014), a clear example that this type of payment is beneficial to the members of the productive base and can improve their living conditions.

Technologies such as *Near Field Communication* [NFC] offer features such as confidentiality, speed, cost and simplicity, which are of great interest for the development of applications on mobile phones, because they provide a positive user experience. NFC has become the basis for the development of applications for mobile payments (e.g., Google Wallet, iPhone Pay, Samsung Pay), and for this reason is the alternative that is explored in this article, and from which there arises a viable proposition for payments made in rural areas. The article has five sections: the first describes the general picture of mobile payments; the second mentions alternatives to mobile payment; the third focuses on basic general considerations for the proposed system; the fourth describes the operation, architecture and system roles; and the fifth presents the conclusions reached after the research and development of the proposed system.

II. Panorama of mobile payments

Some of the pioneers of mobile payments, just like those of microfinance, correspond to entrepreneurs developed in countries where people have little economic income. Given the enormous size of the market and the high penetration index of mobile telephony, there is a strong possibility of generating financial returns from the supply of this type of service to the base of the pyramid [BDP] (Kenya), SMART Money (Philippines) and Globe G-Cash (Philippines) are some of the pioneers. Only the latter two companies together turn over about 275 million dollars a month (Alonso, 2015). **FIGURE 1** highlights Africa as the pioneer in bringing products /

I. Introducción

El teléfono móvil se ha convertido en una herramienta diaria e indispensable, en él convergen muchas aplicaciones y tecnologías; además, posibilita la inclusión de sectores de la población que, principalmente debido a factores económicos y geográficos, no tienen o tienen limitado acceso a servicios esenciales, como es el caso de los servicios financieros en las regiones rurales. Ofrecer este tipo de servicios en esas zonas aportaría positivamente al progreso del País.

En 2013, el crecimiento del índice económico en Nigeria fue de 6%, de él, 83% correspondió a actividades de agricultura que hicieron uso de pagos a través de móviles (Barungi, Ogunleye, & Zamba, 2014), un claro ejemplo de que este tipo de pagos es beneficioso para los integrantes de la base productiva y mejora sus condiciones de vida.

Tecnologías como *Near Field Communication* [NFC] ofrecen características tales como: confidencialidad, velocidad, costo y simplicidad, que son de gran interés para el desarrollo de aplicaciones en teléfonos móviles, dado que ofrecen una experiencia de usuario positiva. NFC se ha convertido en la base para el desarrollo de aplicaciones para pagos móviles (e.g., Google Wallet, iPhone Pay, Samsung Pay), por ello es la alternativa que se explora en este artículo y a partir de la cual se hace una propuesta viable para pagos en las zonas rurales. El artículo tiene cinco secciones: la primera describe el panorama general de los pagos móviles; la segunda menciona alternativas de pagos móviles; la tercera se enfoca en las consideraciones generales base para la propuesta del sistema; la cuarta describe el funcionamiento, la arquitectura y los roles del sistema; y la quinta presenta las conclusiones a las que se llegó después de la investigación y el desarrollo del sistema propuesto.

II. Panorama de los pagos móviles

Algunos de los pioneros de pagos móviles, al igual que de las microfinanzas, corresponden a emprendimientos desarrollados en países cuyos habitantes cuentan con escasos ingresos económicos. Conscientes del enorme tamaño del mercado y el alto índice de penetración de la telefonía móvil, se visualizó la alta posibilidad de generar dividendos financieros a partir de la prestación de este tipo de servicios a la base de la pirámide [BDP]. Safaricom M-PESA (Kenia), SMART Money (Filipinas) y Globe G-Cash (Filipinas) fueron algunos de los pioneros. Sólo estas dos últimas compañías mueven juntas alrededor de 275 millones de dólares al mes (Alonso, 2015). La **FIGURA 1** destaca a África como la pionera en productos/servicios de pagos móviles en funcionamiento y evidencia el retraso de Occidente en este aspecto (Mariliana, 2014).

Uno de los casos más exitosos en el mundo de los pagos móviles es el de M-Pesa cuya implementación tuvo lugar en Kenia (África). Las transferencias punto a punto [Peer to Peer, P2P] del sistema son del orden de US\$415 millones por mes, cifra que corresponde a cerca del 17% del Producto Interno Bruto de ese país. La percepción de los usuarios es positiva, como lo evidencian Mas y Redclife (2010), quienes revelan que 95% de los usuarios confía en su proveedor y que el número de usua-

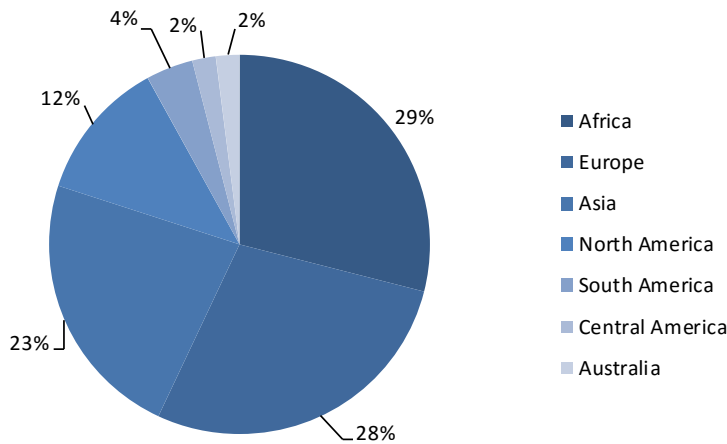


Figure 1. Products / services of mobile payments by continent (GSMA, 2015) / Figura 1. Productos/Servicios de pagos móviles por continentes (GSMA, 2015)

rios registrados ha aumentado de 28% hasta 70% entre 2008 y 2014.

El efectivo es la principal barrera para la inclusión. Es económicamente costoso para las instituciones financieras brindar cobertura a la población que vive en zonas rurales. La recolección de sus depósitos, la redención de sus ahorros en pequeñas sumas de dinero en efectivo requieren de una infraestructura costosa que muchos de ellos no están dispuestos a asumir. Sin embargo, una vez la gente tiene acceso a medios electrónicos de pago rentables, tales como M-PESA, conforman un nicho de mercado rentable.

Latinoamérica y el Caribe ofrecen un ecosistema favorable para los pagos móviles debido al bajo nivel de bancarización de sus zonas rurales y el amplio uso del teléfono móvil. Según Asobancaria (2013) en Colombia el porcentaje de inclusión financiera aumentó aproximadamente de 67% a 72% para el periodo 2012-2014, una tendencia favorable, que sin embargo aún revela el desafío de incluir a la población restante, la cual, en su mayoría, proviene del sector rural.

Lo mencionado es un buen indicador para Colombia. Si se aprecian las lecciones del sistema de pagos keniano y los resultados del estudio de Microscopio Global (Alonso, 2015), se concluye que Colombia está entre los primeros diez países a nivel mundial con posibilidad de éxito para el desarrollo de un similar de M-PESA.

En el contexto Colombiano, se tiene a la cédula cafetera inteligente, sistema que es un claro ejemplo de los beneficios que los pagos digitales ofrecen a la población rural. La cédula cafetera inteligente se crea con la idea de pagar únicamente a los agricultores por las cosechas de café, pero se ha expandido como un canal eficiente y transparente para la distribución de subsidios y créditos gubernamentales. Juntos, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Banco de Bogotá transformaron la tarjeta de identificación en una tarjeta de pago prepago personalizada, que le permite a los caficultores usarla en cajeros automáticos y terminales de punto de venta electrónicos [Point of sale, POS]. Desde 2014 la cédula ofrece

services mobile payments into operation, and is evidence of the absence of the West in this respect (Mariliana, 2014).

One of the most successful cases in the world of mobile payments is that of M-PESA, whose implementation took place in Kenya (Africa). The point-to-point transfer [Peer to Peer, P2P] on the system totals around US \$ 415 million per month, which corresponds to about 17% of the GDP (Gross domestic product) of that country. The perception of the users is positive, as evidenced by Mas and Radcliffe (2010), who reveal that 95% of users trust their supplier and

that the number of registered users increased from 28% to 70% between 2008 and 2014.

Cash is the main barrier to inclusion. Providing coverage to the population living in rural areas is economically costly for financial institutions. Collection of deposits and redemption of savings in small amounts of cash require expensive infrastructure that many of them are not ready to assume. However, once people have access to electronic means of profitable payment, such as M-PESA, these form a profitable market niche.

Latin America and the Caribbean offer a favorable ecosystem for mobile payments due to the low level of bancarization of their rural areas and the wide use of mobile phones. According to Asobancaria (2013), in Colombia the percentage of financial inclusion increased from approximately 67% to 72% for the period 2012-2014, a favorable trend, but it still reveals the challenge of including the remaining population, most of which comes from the rural sector.

The above is a good indicator for Colombia. If the lessons of the Kenyan payments system and the results of the Global Microscope study (Alonso, 2015) are appreciated, we conclude that Colombia is among the top ten countries worldwide with the possibility of success for the development of a system similar to M-PESA.

In the Colombian context, there is the smart coffee identity card ("cédula cafetera inteligente"), a system that is a clear example of the benefits that digital payments offer to the rural population. The smart coffee identity card was created only with the idea of paying farmers for coffee harvests, but it has expanded into an

efficient and transparent distribution channel for subsidies and government credits. The identification card was turned into a personalized prepaid card of payment by the National Federation of Coffee Growers of Colombia and the Bank of Bogotá, which allows farmers to use their card in ATMs and electronic points of sale [point of sale, POS]. Since 2014 the identity card has offered coffee growers complete savings accounts in this bank, and the Federation has managed in over seven years to save approximately US \$ 15.5 million through the use of the coffee identity card, a figure corresponding to almost 80% of the cost of doing so with cash (Saving..., 2015).

One of the most important advantages that mobile payments would offer the agricultural sector in Colombia is not to need an associated bank account (though if any, it may be included). In addition, it is a faster and cheaper mechanism to send money, compared with the services of banks, the post offices and intercity bus drivers (Alonso, 2015). It additionally prevents the displacement of the rural population towards banks or offices and so: reduces environmental impact -0.4 megatons less carbon emission by 2020 from the reduction in travel; saves time and money; allows people to focus on production and therefore on the profitability of their business (Kirk et al., 2011).

The agricultural scenario presents a great opportunity for all entities involved in mobile payments. Large buyers of commodities would reduce the complex and costly security, maintaining records and administrative protocols and incidences of fraud related to cash payments to thousands or tens of thousands of farmers; and farmers would have greater security, because they would not have to carry large amounts of cash after selling their products. Additionally, a mobile wallet could offer them its first “financial identity”, thus opening the opportunity of access to traditional financial services.

According to ISACA (2011), the arrival of payment using mobile devices presents a number of benefits, from both a business perspective and the prospect of the consumer, and includes:

- Speed and comfort for the customer, not having to carry cash or use credit cards (something very beneficial in high-risk areas);
- Coverage with a cost-effective appropriate relationship in rural areas where there is no financial institution operating. According to Ivatury and Mas

a los caficultores cuentas de ahorros completas en dicho Banco, con todo ello, la Federación ha logrado ahorrar en más de siete años un aproximado de 15.5 millones de dólares por el uso de la cédula cafetera, cifra que corresponde a casi el 80% del costo de hacerlo con dinero en efectivo (Saving..., 2015).

Una de las ventajas más relevantes que los pagos móviles ofrecerían al sector agrario en Colombia es el no necesitar de una cuenta asociada a un banco (aunque de existir, puede ser incluida). Además, es un mecanismo más rápido y económico de envío de dinero, en comparación con la oferta de las entidades bancarias, las oficinas postales y los conductores de buses intermunicipales (Alonso, 2015). Adicionalmente evita el desplazamiento de la población rural hacia bancos u oficinas y así: reduce el impacto ambiental -0.4 megatoneladas menos de emisiones de carbono para 2020, a partir de la reducción en los viajes; ahorra tiempo y dinero; y facilita a las personas enfocarse en la producción y, por ende, en la rentabilidad de su negocio (Kirk et al., 2011).

El escenario agrícola presenta una gran oportunidad para todos los entes implicados en los pagos móviles. Los grandes compradores de productos básicos reducirían la compleja y costosa seguridad, el mantenimiento de registros y protocolos administrativos y la incidencias de fraudes relacionadas con los pagos en efectivo a miles o decenas de miles de agricultores; y los agricultores tendrían mayor seguridad, porque ya no portarían grandes cantidades de dinero en efectivo después de la venta de sus productos. Adicionalmente, una billetera móvil podría ofrecerles su primera “identidad financiera”, abriendo así la oportunidad de acceso a servicios financieros tradicionales.

Según ISACA (2011), la llegada del pago mediante dispositivos móviles presenta diversos beneficios, tanto desde la perspectiva del negocio, como desde la del consumidor, e incluyen:

- rapidez y comodidad para el cliente, al no tener que llevar consigo dinero en efectivo ni utilizar tarjetas de crédito (algo muy beneficioso en zonas de alto riesgo);
- cobertura con una adecuada relación costo/efectividad en zonas rurales donde no opera ninguna institución financiera, según Ivatury y Mas (2015), en las Filipinas se evidenció que una transacción típica reduce su costo para el banco de US\$2,5 a US\$0,5, al no ser realizada en la sucursal de un banco, sino con un dispositivo móvil.
- oportunidad para acceder a gran parte de la población mundial, sin necesidad de grandes inversiones en tecnología, ya que los teléfonos móviles están más extendidos que las cuentas bancarias, particularmente en las zonas rurales.
- apertura del mercado a los profesionales y a los comerciantes de segmentos más pequeños que no poseen POS, el teléfono representa una alternativa más económica que la inversión en hardware para aceptar pagos electrónicos.

Partiendo de que la agricultura usualmente es la fuente de empleo más significante en áreas rurales, la implementación

de pagos móviles en ese sector permitiría el despliegue de todo el potencial que este servicio tiene para ofrecer, y con ello haría por la base de la pirámide lo que hizo la banca comercial por la revolución industrial.

Gracias al proyecto de ley de inclusión financiera (Pague digital), todos los colombianos pueden hacer transacciones digitales sin necesidad de tener una cuenta de ahorros o ser usuarios de crédito, y ellas se podrían hacer con condiciones más fáciles, seguras y a un menor costo, incluso se podrían hacer 'micro-transacciones' (montos inferiores a 10 mil pesos, esto es menos de US\$4) y reducir el uso masivo de dinero en efectivo (Ahora el efectivo..., 2014). Se prevé que con esto, la mayoría de las transacciones de Colombia se concretarán por canales electrónicos, relegando al efectivo a un segundo lugar (Antes de..., 2014).

Durante 2014 el comercio electrónico en Colombia creció por encima de lo estimado y alcanzó cifras récord en materia de transacciones, y aumentó, según PayU Latam un aumento de 41,3 % (Comercio electrónico..., 2015); es decir que en 2014 el comercio electrónico logró operaciones por un valor cercano a los 3.500 millones de dólares, cifra superior en más de 1.000 millones de dólares a lo registrado en 2013.

III. Alternativas

Pagos móviles según la base del pago

Uno de los principales problemas que se tienen para los pagos móviles es la decisión acerca de cuál entidad va a proveer el soporte para la infraestructura financiera: el banco, el operador móvil, otra empresa privada/pública o un consorcio. Hay cuatro modelos disponibles para soluciones de m-payments, de acuerdo con la base del pago: cuenta bancaria, tarjeta de crédito, facturación por el operador de red móvil y dinero electrónico prepagado.

Pagos móviles según el funcionamiento

De acuerdo con Amit, Hiren, Kevin, y Kai (2004), principalmente se ofrece el servicio de pago móvil teniendo en los siguientes cuatro modelos:

- Colaborativo: los bancos, operadores móviles y un tercero de confianza cooperan para la prestación del servicio de pago móvil, incluyendo la emisión de dispositivos que aseguren la fidelidad de los clientes de marca compartida.
- P2P: una institución privada o pública o una empresa, independiente de las instituciones financieras y los operadores de redes móviles es el proveedor de servicios de pago móvil.
- Centrado en el operador: el servicio se ofrece a través de un operador de red móvil (Mobile Network Operator; MNO), quien puede ofrecer una billetera móvil independiente, con dinero en efectivo o dinero electrónico almacenado en la SIM o en un cripto-chip interno o en una aplicación software.
- Centrado en el banco: las aplicaciones móviles o dispositivos son proporcionados por un banco a los clientes

(2015), in the Philippines it was found that a typical transaction reduces the cost to the bank by US \$ 2.5 to US \$ 0.5, when it is made not in a bank branch but via a mobile device.

- Opportunity to access much of the world's population without major investments in technology, because mobile phones are more widespread than bank accounts, particularly in rural areas.
- Opening the market to professionals and traders in smaller sectors that do not possess POS (point of sale); the phone is a cheaper alternative than investing in hardware to accept electronic payments.

Given that agriculture is usually the most important source of employment in rural areas, the implementation of mobile payments in this sector would allow the deployment of the full potential that this service has to offer, thus obtaining for the base of the pyramid what commercial banks provided in the industrial revolution.

Thanks to draft legislation for financial inclusion ("Pague digital"), all Colombians can make digital transactions without having a savings account or being credit users, and these can be done with easier terms, safely and at a lower cost. Even 'micro-transactions' (less than 10 thousand Colombian pesos, which is less than US \$4) can be made, reducing the massive use of cash (Ahora el efectivo..., 2014). It is anticipated that with this, most transactions in Colombia will be materialized through electronic channels, relegating cash to second place (Antes de..., 2014).

In 2014 e-commerce in Colombia grew above estimates and reached a record figure in terms of transactions, and according to PayU Latam showed an increase of 41.3% (Comercio electrónico..., 2015); i.e., in 2014 e-commerce achieved operations worth nearly 3,500 million dollars, a figure more than 1,000 million dollars more than that registered in 2013.

III. Alternatives

Mobile payments according to the pay base

One of the main problems facing mobile payments is the decision about which entity will provide support for the financial infrastructure: the bank, mobile operator, another private / public company or a consortium. There are four models available for m-payments solutions, according to the basis of payment: bank account, credit card, billing by the mobile network operator and prepaid electronic money.

Mobile payments according to the operation

According to Amit, Hiren, Kevin, and Kai (2004), mainly the mobile payment service is offered considering the following four models:

- Collaborative: the banks, mobile operators and a trusted third party cooperate for the provision of a mobile payment service, including the issuing of co-branded devices to ensure customer loyalty.
- P2P: a private or public institution or a company, independent of the financial institutions and mobile network operators, is the provider of mobile payment services.
- Operator-centric: the service is offered through a mobile network operator (MNO), which can provide an independent mobile wallet, cash or electronic money stored in the SIM or on an internal crypto-chip or in a software application.
- Centered on the bank: mobile applications or devices are supplied by a bank to customers for the realization of mobile payment transactions. The bank also offers POS to merchants, and mobile network operators are used as simple bearers or device vendors.

Mobile payments according to electronic money system

The mobile payment service may or may not include electronic money (also known as e-money, electronic currency, digital currency, and digital money). There are two types of electronic money systems:

- Centralized: Electronic money is sold directly to the customer (e.g., PayPal, WebMoney, netCash.is, Payoneer, Cashu and private local systems of the US army).
- Decentralized: electronic money is sold digitally through third party exchangers (e.g., Ripple, Bitcoin, and Loom).

Mobile payments according to the execution of transactions

Independently of the payment services models adopted by the provider, there are four main models for the implementation of mobile payment transactions: SMS-based; using the mobile phone bill; through a browser, HTTP with security layers; and contactless.

Mobile payments according to the connection type

There is a very well-defined categorization according to the type of connection: those who require a connection to the network at all times to conduct a transaction –on-line payments– and those who do not require it –offline payments– (Pegueroles, 2015; Roy, Sikhar, & Kirtania, 2015).

para la realización de transacciones de pago móvil y ofrece a los comerciantes POS y los operadores de redes móviles se utilizan como portadores simples o proveedores de dispositivos.

Pagos móviles según el sistema de dinero electrónico

El servicio de pagos móviles puede o no incluir dinero electrónico (también conocido como moneda electrónica, dinero electrónico, efectivo electrónico, moneda digital, dinero digital). Hay dos tipos de sistemas de dinero electrónico:

- Centralizados: venden su dinero electrónico directamente al cliente (e.g., PayPal, WebMoney, netCash.is, Payoneer, Cashu y los sistemas locales privados del ejercicio de Estados Unidos).
- Descentralizados: venden su dinero electrónico digitalmente, a través de terceros intercambiadores (e.g., Ripple, Bitcoin, Loom).

Pagos móviles según la ejecución de las transacciones

Independiente de cuál de los modelos de servicio de pago del proveedor se adopta, hay cuatro modelos principales para la ejecución de las transacciones de pagos móviles: basados en SMS; por medio de la cuenta telefónica; por navegador, HTTP con capas de seguridad; y sin contacto [contactless].

Pagos móviles según tipo de conexión

Existe una categorización muy bien definida según el tipo de conexión: los que requieren una conexión a la red en todo momento para la realización de una transacción –pagos on-line– y aquellos que no la requieren –pagos off-line– (Pegueroles, 2015; Roy, Sikhar, & Kirtania, 2015).

- Pagos on-line: las acciones de pago y depósito se ejecutan al mismo tiempo, ya que la conexión obliga y permite la comprobación de la validez de los fondos monetarios para la realización de la transferencia; una de sus grandes ventajas es la eliminación del problema de duplicación de un mismo gasto [double-spending], debido a que es posible pasar una señal digital dos veces, pero genera más tráfico en la red.
- Pagos off-line: una muy buena opción para contextos en donde la conexión a la red no siempre se garantiza o donde no se puede manejar mucho tráfico en la red; requiere de mecanismos más robustos para la detección del *double-spending*, ya que la transacción se verifica en el momento en que hay conexión, un problema que se puede superar utilizando mecanismos de trazabilidad que permitan detectar quién ha realizado una transacción fraudulenta.

IV. Consideraciones

Con base en las funcionalidades de los sistemas de pagos que han sido objeto de estudio, se propone una arquitectura propia en donde el sistema debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- permitir llevar a cabo una transferencia exista o no co-

nexión a Internet, lo que posibilita que personas ubicadas en sectores sin acceso a Internet puedan hacer pagos sin recurrir a dinero en efectivo;

- no depender de entidades bancarias o de telecomunicaciones, lo que evita el interés de terceros que restringen la explotación del amplio potencial que puede ofrecer el sistema;
- permitir la venta de dinero electrónico directamente al cliente o a través de un tercero, ampliar los puntos de venta del dinero electrónico permite expandir el uso de los pagos móviles a zonas alejadas o de difícil acceso, logrando llegar a un mayor número de usuarios; y
- ejecutar las transacciones utilizando tecnología NFC –que al ser de fácil aprendizaje para los usuarios, facilitaría su acogida– y protocolo HTTP seguro para la conexión con el servidor –para mantener protegida la información que se intercambia entre el servidor y la aplicación móvil–.

Con las consideraciones nombradas y los parámetros presentados en la **TABLA 1**, el sistema se categoriza así:

- base de pago: dinero electrónico prepago;
- funcionamiento del pago: modelo P2P;
- sistemas de dinero electrónico: centralizado y descentralizado;
- modelo de ejecución de pagos móviles: contactless por medio de NFC; y
- tipo de conexión: on-line y off-line.

V. Sistema de pagos propuesto

Funciones

Las funciones básicas que el sistema de pagos móviles debe cumplir son:

- Carga de dinero en el sistema: el dinero que circula en el sistema debe estar soportado de alguna manera, por ello debe existir un método de cambio de dinero físico a electrónico.
- Retiro de dinero del sistema: el sistema debe permitir la conversión de dinero electrónico a dinero físico.
- Transferencia de dinero entre cuentas de usuario: el sistema, como funcionalidad principal, debe permitir la asignación de un monto de una cuenta a otra.

Roles del sistema

- Administrador: tiene los permisos para gestionar los agentes en el sistema.
- Agente: su papel es ingresar o retirar dinero del sistema de pagos.
- Usuario normal o cliente: todos aquellos que tienen la posibilidad de transferir dinero de una cuenta a otra.

Diagrama de casos de uso

Teniendo en cuenta los roles existentes en el sistema y los requerimientos, funcionales y no funcionales, se ha diseñado un diagrama de casos de uso general del sistema (**FIGURA 2**).

- On-line payments: combine payments and deposits, running at the same time, because the connection requires and allows verification of the validity of monetary funds for the completion of the transfer; one of its great advantages is the elimination of the problem of duplication of spending [double-spending] due to it being possible to send a digital signal twice, which generates more network traffic.
- Off-line payments: a very good option for environments where the network connection is not always guaranteed or which cannot handle much traffic on the network; it requires more robust mechanisms for the detection of double-spending, as the transaction is verified when there is a connection, a problem that can be overcome using traceability mechanisms to detect anyone who has made a fraudulent transaction.

IV. Considerations

Based on the features of the payment systems that have been studied, an architecture in which the system must meet the following considerations is proposed:

- To allow a transfer to be carried, whether or not there is Internet connection, which enables people located in areas without Internet access to make payments without resorting to cash;
- Not to depend on banks or telecommunications, so as to prevent the interests of third parties that restrict the exploitation of the large potential it can offer the system;
- Electronic money is sold directly to the customer or through a third party. Expanding the points of sale of electronic money allows the use of mobile payments to be expanded to remote areas or areas with difficult access, thus reaching a larger number of users; and
- Execute transactions using NFC technology –that, being easy for users to learn, facilitates their inclusion– and secure HTTP protocol to connect to the server –to protect the information exchanged between the server and the mobile application.

With the above considerations and the parameters presented in **TABLA 1**, the system is characterized as:

- Pay base: prepaid electronic money;
- Operation of payment: P2P model;
- Electronic money system: centralized and decentralized;
- Execution model of mobile payments: contactless using NFC; and
- Connection type: on-line and off-line.

Table 1. Types and models of mobiles payments / Tabla 1. Tipos y modelos de pagos móviles

Parameter / Parámetro	Categorization parameter / Categorización según parámetro			
Pay base / Base del pago	Bank account / Cuenta bancaria	Credit card / Tarjeta de crédito	Telephone company billing / Facturación de la compañía telefónica	Prepaid electronic money / Dinero electrónico prepago
Operation of payment (model) / Funcionamiento de pago (modelo)	Centered on the operator / Centrado en el operador	Centered in the bank / Centrado en el banco	Collaborative / Colaborativo	Peer to peer
Electronic money system / Sistema de dinero electrónico	Centralized / Centralizado	Centralized / Centralizado	Decentralized / Descentralizado	Decentralized / Descentralizado
Execution model of mobile payments / Modelo de ejecución de pagos móviles	SMS-based / Basado en SMS	By means of phone bill / Por medio de la cuenta telefónica	By browser (HTTP with layers of security) / Por navegador (HTTP con capas de seguridad).	Contactless payments - OCR (optical character recognition), or NFC DOV (data over voice) / Pagos Contactless - OCR (Optical Character Recognition, NFC o DOV (Data over voice)).
Connection type / Tipo de conexión	On-line	On-line	Off-line	Off-line

V. Proposed payment system

Functions

The basic functions that the mobile payments system must provide are:

- Load money into the system: the money circulating in the system must be supported in some way, so there must be a method of changing from physical to electronic money.
- System withdrawal: the system must allow conversion from electronic to physical money.
- Transfer of money between user accounts: the system, as the main feature, must allow the allocation of an amount from one account to another.

Roles of the system

- Administrator: has permission to manage the agents of the system.
- Agent: has the role of depositing or withdrawing money from the payment systems.
- Normal user or client: all those who have the ability to transfer money from one account to another.

Use case diagram

Taking into account the existing roles in the system and functional and nonfunctional requirements, a general use case diagram of the system has been designed (FIGURE 2).

Architecture pattern

The availability of an Internet connection is an important factor to consider in a payment system that seeks to work anywhere and anytime, so it has been chosen to work on a pattern of a semi-distributed architecture.

Patrón de arquitectura

La disponibilidad de conexión a Internet es un factor importante a considerar en un sistema de pagos que pretenda funcionar en cualquier lugar y momento, por ello se ha optado por trabajar bajo un patrón de arquitectura semi-distribuido. Los dispositivos móviles con soporte NFC se sincronizan periódicamente con la base de datos central alojada en el servidor, de esta manera, se actualizan y verifican la información en el servidor y se mantiene una copia en los dispositivos móviles de la información de cada usuario.

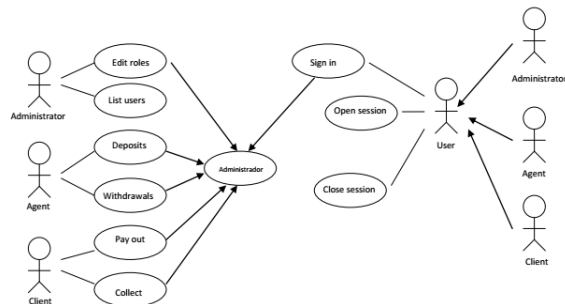


Figure 2. Use case diagram / Figura 2. Diagrama de casos de uso

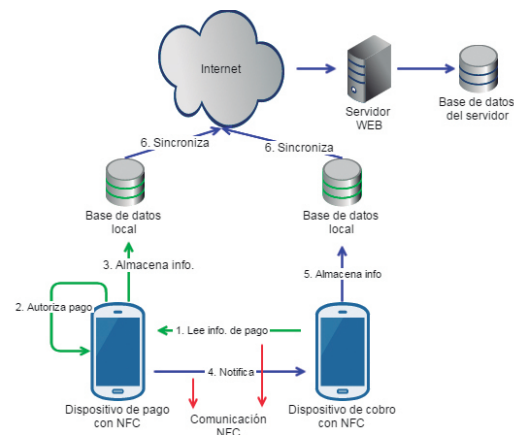


Figure 3. System architecture pattern / Figura 3. Patrón de arquitectura del sistema

Table 2. Evaluation of the proposed architecture / *Tabla 2. Evaluación de la arquitectura propuesta*

Parameter / <i>Parámetro</i>	Type / <i>Tipo</i>	Does it comply? / <i>¿Cumple?</i>
Pay base / <i>Base de Pago</i>	Prepaid electronic money / <i>Dinero electrónico prepago</i>	✓
Operation of payment / <i>Funcionamiento de Pago</i>	Peer-to-peer model / <i>Modelo Peer-to-Peer</i>	✓
Electronic money system / <i>Sistema de dinero electrónico</i>	Centralized and decentralized / <i>Centralizado y Descentralizado</i>	✓
Execution model of mobile payments / <i>Modelo de ejecución de pagos móviles</i>	Contactless payments / <i>Pagos contactless</i>	✓
Connection type / <i>Tipo de conexión</i>	On-line and Off-line	✓

Evaluación de la propuesta frente a consideraciones iniciales

La TABLA 2 presenta la evaluación de la propuesta frente a las consideraciones iniciales.

Características diferenciadoras del sistema

La TABLA 3 resume las principales características diferenciadoras del sistema.

VI. Conclusiones

La sinergia presente en los pagos móviles hoy en día se debe a diversos factores: la aceptabilidad de pagos usando dispositivos móviles; el interés del Gobierno en la inclusión financiera—como lo evidencia “Pague digital”—; la convergencia de los servicios en los dispositivos móviles; y el desarrollo e implementación de la tecnología NFC por parte de grandes empresas en sistemas de pagos.

La implementación de un sistema de pagos móviles en las zonas rurales favorece positivamente el desarrollo económico, incrementa la inclusión financiera, aumenta la rentabilidad de los negocios, aporta a la reducción de la contaminación ambiental y reduce el riesgo de seguridad que conlleva el uso de efectivo.

El sistema propuesto ha sido diseñado para ser utilizado en dispositivos habilitados con la tecnología NFC principalmente, pero podría servir como base para la construcción de una solución alternativa basada en otras tecnologías, que permita que el sistema sea más asequible. *ST*

Table 3. Generalities of the proposed system / *Tabla 3. Generalidades del sistema propuesto*

Attribute / <i>Atributo</i>	Evaluation parameter / <i>Parámetro de evaluación</i>
Use of POS / <i>Uso de POS</i>	Not / <i>No</i>
Security / <i>Seguridad</i>	High / <i>Alta</i>
Easy to use / <i>Fácil de usar</i>	Yes / <i>Si</i>
Ubiquity / <i>Ubicuidad</i>	Yes / <i>Si</i>
Inexpensive / <i>Económico</i>	Medium-Low / <i>Medio-Bajo</i>
Transferability of money / <i>Transferibilidad del dinero</i>	Yes / <i>Si</i>
Divisibility of money / <i>Divisibilidad del dinero</i>	Yes / <i>Si</i>
Need for bank account / <i>Necesidad de cuenta bancaria</i>	Not / <i>No</i>
Savings opportunity / <i>Posibilidad de ahorro</i>	Yes / <i>Si</i>
Transaction speed / <i>Velocidad de transacción</i>	High / <i>Alta</i>

Mobile devices with NFC support are periodically synchronized with the central database hosted on the server, and thereby update and verify the information on the server, while a copy of the information of each user remains in the mobile devices.

Evaluation proposal vs initial considerations

TABLA 2 presents the evaluation of the proposal front against the initial considerations that the system must fulfill.

Distinctive characteristics of the system

TABLA 3 summarizes the main distinctive characteristics of the system.

VI. Conclusions

The synergy in mobile payments today is due to several factors: the acceptability of payments using mobile devices; the Government's interest in financial inclusion—as evidenced in “Pague digital”; the convergence of services on mobile devices; and the development and implementation of NFC technology by big companies in payment systems.

Implementing a mobile payment system in rural areas positively promotes economic development, increases financial inclusion and business profitability, contributes to the reduction of environmental pollution and reduces the security risk associated with the use of cash.

The proposed system is designed mainly to be used in enabled devices with NFC technology, but it could serve as a basis for the construction of an alternative solution based on other technologies to make the system more affordable. *ST*

References / Referencias

- Ahora el efectivo y las transacciones bancarias no serán el único medio de pago en Colombia.* (2014, April 3). [on-line Mintic]. Retrieved from: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5882.html>
- Alonso, J. (2015). *Microprestamos en zonas rurales a través de teléfonos móviles* [on-line SMSocial]. Retrieved from: <https://textosms.wordpress.com/2009/12/03/microprestamos-en-zonas-rurales-a-traves-de-telefonos-moviles/>
- Amit, Hiren, Kevin, & Kai (2004, Feb. 26). *Digital cash*. Retrieved from: <https://www.google.com.co/?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=OCBwQFjAAahUKEwi0hoGZ56bHAhUF1B-4KHdITDvA&url=https%3A%2F%2Fwww.cs.bham.ac.uk%2F~mdr%2Fteaching%2Fmodules06%2F-netsec%2Flectures%2FDigitalCash.html&ei=tPHMVbTcHYWoe9KnulAP&>
- Antes de 2020, pagos electrónicos le ganarían al efectivo en Colombia. (2014, April 24). [on-line, el tiempo.com]. Retrieved from: http://www.eltiempo.com/tecnologia/actualidad/antes-de-2020-pagos-electronicos-le-ganarian-al-efectivo-en-colombia_13878508-4
- Asobancaria (2015, April 8). *Reporte de bancarización*. Retrieved from: http://www.asobancaria.com/portal/page/portal/Asobancaria/publicaciones/economica_financiera/reportes_bancarizacion/2013
- Barungi, B., Ogunleye, E., Zamba, C. (2014). *Nigeria* [on-line, African Economic Outlook]. Retrieved from: <http://www.africaneconomicoutlook.org/en/country-notes/west-africa/nigeria/>
- Comercio electrónico creció más del 40 % en Colombia* (2015, Jan. 19). [on-line, Portafolio]. Retrieved from: <http://www.portafolio.co/economia/comercio-electronico-crecio-mas-40-colombia>
- GSMA (2015, April 5). *Mobile money deployment tracker*. Retrieved from: <http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programmes/mobile-money-for-the-unbanked/insights/tracker>
- ISACA (2011). *Pagos mediante dispositivos móviles: cuestiones relacionadas con los riesgos, la seguridad y el aseguramiento*. Rolling Meadows, IL: ISACA
- Ivatury, G. & Mas, I. (2015). Las primeras experiencias con la banca sin sucursales. *Enfoque*, 46. [on-line]. Retrieved from: <http://www.cgap.org/sites/default/files/CGAP-Focus-Note-The-Early-Experience-with-Branch-less-Banking-Apr-2008-Spanish.pdf>
- Kirk, M., Steele, J., Delbé, C., Crow, L., Keeble, J., Fricke, C., Myerscough, R., & Bulloch, G. (2011). *Connected agriculture*. London UK: Accenture-Vodafone. Available at: https://www.accenture.com/mu-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Connected-Agriculture.pdf
- Mariliana, R. C. (2014). Nuevas alternativas de pago en internet: el dinero electrónico y los sistemas de micropagos. *Derecho Privado*, 29, 139-152
- Mas, I. & Radcliffe, D. (2010). *Mobile payments go viral: M-PESA in Kenya*. Recuperado de: http://siteresources.worldbank.org/AFRICAEXT/Resources/258643-1271798012256/M-PESA_Kenya.pdf
- Pegueroles, J. (2015, April 10). Sistemas de pagos electrónicos. *Burán*, 18, 40-54
- Roy, N., Sikhar, H., & Kirtania, M (2015). *Micropayments: the case for wider market participation by banks* [white paper]. Retrieved from: http://www.tcs.com/resources/white_papers/Pages/Micropayments.aspx
- Saving \$15.5 million by replacing cash with cards for Colombian coffee farmers* (2015, march 2). [Blog, BetterThanCash.org] Retrieved from: <http://betterthancash.org/increasing-financial-inclusion-for-colombia-coffee-farmers-and-saving-15-5-million-by-replacing-cash-with-cards/>

CURRICULUM VITAE

Jose Luis Cerón Imbachi Currently studying the last semester of Electronic Engineering at the Universidad del Cauca (Popayán, Colombia). He works as a software developer for Seratic Ltda. His current research interests are mobile applications and project management. / Estudiante de último semestre de Ingeniería Electrónica en la Universidad del Cauca (Popayán, Colombia). Trabaja como desarrollador de software en Seratic Ltda. Sus áreas de interés profesional son las aplicaciones móviles y la gerencia de proyectos.

Dario Leonardo Narvaez Jacome Currently studying the last semester of Electronic Engineering at the Universidad del Cauca (Popayán, Colombia). He works as a Human Resources Manager and Software Developer. His current research interests are mobile, Web and hybrid applications using agile development methods. / Estudiante de último semestre de Ingeniería Electrónica en la Universidad del Cauca (Popayán, Colombia). Trabaja como gerente de recursos humanos y desarrollador de software. Su interés profesional está centrado en el desarrollo de aplicaciones móviles, Web e híbridas usando metodologías ágiles.

Gustavo Ramírez González Received the Engineering degree in Electronic and Telecommunications Engineering in 2001, and his Master Degree in Telematics in 2006, both of them from Universidad del Cauca. Additionally received a Ph.D. in Telematics Engineering from Universidad Carlos III (Madrid, Spain) in 2010. Currently he serves as a teacher and researcher in the Telematic Department at the Universidad del Cauca. He has been part of national and international projects in Colombia and Spain. His current research interests are ubiquitous computing, mobile learning and advanced telecommunications services. / Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones (2001) y Máster en Ingeniería Telemática (2006) de la Universidad del Cauca (Colombia). Recibió su Ph.D. en Ingeniería Telemática en la Universidad Carlos III de España (2010). Actualmente es profesor investigador del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Ha participado en proyectos a nivel nacional e internacional en Colombia y España. Sus áreas de interés son la computación móvil, la computación ubicua, el aprendizaje móvil y los servicios avanzados de telecomunicaciones.