ethereum

Fundamentos de Redes

Memoria de la exposición

Pedro Bonilla Nadal
Ana Peña Arnedo

21 de noviembre de 2017

1. Introducción.

Hoy en día, la información es todo. Las grandes compañias de internet han alcanzado un modelo de negocio en el cual no tienen que exigirte dinero para conseguir beneficios. Estos te cobran por una aceptación de ceder tu información para traficar con ella.

En la actualidad, con el objetivo de mantener un sistema de comercio que no tenga que ser mantenido por un organismo que, por lo tanto mantenga poder sobre sus usuarios. Este tipo de comercio 'tradicional' incluye organizaciones como, por ejemplo, amazon, que facilita la compra-venta respaldada por una compañía, o los bancos centrales, los cuales mantienen las divisas y son los responsables del cuidado y mantención de la divisa. Como sabemos que una compañia esté al cargo del cuidado del sistema, (es decir, que tenga un sistema centralizado) tiene una serie de beneficios e inconvenientes.

Por un lado el sistema centralizado con control por una compañía, como la contratación de especialistas para almacenar y proteger la seguridad, y reduce los tiempos de almacenamiento y actualización del sistema.

Por otro lado, donde hay una ventaja, hay un inconveniente. Como se ha podido ver en alguna ocasion[1]esta organización habilita a grandes compañías y estados a filtrar, robar o modificar a información sensible de los usuarios. Esta vulnerabilidad ha llegado a ser calificada como el 'pecado original' de internet, pues este siempre intento ser una plataforma de caracter descentralizado.

Satoshi Nakamoto inció en 2008 el desarrollo de bitcoin. Este hecho desencadenaria un desarrollo increible en el area de las divisas con centralizadas, es decir un sistema monetario que no necesitase de un sistema bancario o de un valor predeterminado. También sorprendió mucho a la comunidad la aplicación de la tecnología de la cadena de bloques, como una herramienta basada en la distribución del conseno. A raiz de estas surgieron otras teconologías basadas en la cadena de bloques, como namecoin, añadiendo. Lo que ethereum pretende es proveer una cadena de bloques con un leguanje turing completo integrado que pueda ser usado para el desarrollo de contratos inteligentes, permitiendo a los usarios la ceanción de proyectos solo escribiendo la logica de estos en unas pocas lineas de código. Algunos de estos poryectos, sacados del la propia web `ethereum.org` serían la creación de un crowdfounding que no sea basado en la confianza si no en un contrato que almacenará el dinero de los contribuyentes, una organización autónoma democrática.

En resumen, nuestra moneda lo que intenta es crear un 'ordenador global' que descentralice el actual cliente-servidor. Con Ethereum en lugar de tener un servidor tendríamos un conjunto de nodos, almacenados por voluntarios alrededor del mundo . Sobre este sistema, la comunidad podrá competir por ofrecer servicios, además de consumirlos.

[1] `https://www.theguardian.com/world/2013/jun/06/nsa-phone-records-verizon-court-order`

Ejemplifiquemos la diferencia: navegar por una app-store cualquiera nos ofrecerá una serie de aplicaciones en las cuales contactaremos con un servidor que nos proverá del servicio, generalmente gestionado por un tercero no relacionado (de manera directa) con la transacción.

Ethereum, si todo funciona, devolvería la propiedad de la información a su dueño, de modo que solo el usuario puede modificar la información, y no ninguna entidad externa.

2. Ethereum.

2.1. Historia.

En 2012, un joven de 19 años propuso una nueva plataforma, con el objetivo de trasnfomar por entero internet. Vitalik Buterin, un programador de Toronto empezó su investigación en la cadena de bloques en 2011. Co-fundó el portal web Bitcoin Magazine y trabajó para compañías de la materia. En el camino pensó en una plataforma que fuera más allá de las posibilidades del bitcoin.

Con esta idea nació ethereum, una plataforma para la creación de contratos inteligentes (smart contract). Después de publicar en 2014 el white paper, otros desarrolladores se unieron al proyecto.

Para lanzar el poryecto se inició un crowdfounding en julio de 2014, donde los participantes compraban **ether** . Después de reunir más de 18 millones de dolares, se inició y en 2015 se lanzó una plataforma, no demasiado user-friendly, pero con comandos el linea que permitía la creación de aplicaciones descentralizadas.

Este nuevo tipo de contratos caló entre el público llamando la atención de gigantes tecnológicos como IBM y gran cantidad de desarrolladores. El dinero recaudado inicialmente está gestionado por Etherum foundaion[2], una compañía sin animo de lucro ubicada en Suiza.

2.1.1. Hardfork y el cisma de ethereum.

En 2016 una organización autonoma descentralizada llamada The DAO, un conjunto de contratos inteligentes reunieron un total de USD $150 millones en una crowdsale. Al final DAO esplotó cuando en junio USD $50 millones en Ether fueron reclamados de manera anonima. El suceso inició un debate sobre si de debía hacer un **hardfork** y como resutado de la disputa, la red se dividió en dos: Ethereum, el objetivo de este trabajo,que continuó la cadena modificada, y Ethereum Classic, que continuó la cadena original. Desde entonces se generó un conflicto entre ambas comunidades.

Figura 1:

[2] https://www.ethereum.org/foundation

2.2. Funcionamiento.

Una vez sabemos lo que es ethereum, profundizamos en el
funcionamiento de la plataforma. Al usar ethereum, la 'app' no requiere ninguna entidad para almacenar y controlar sus datos. Para conseguirlo, ethereum hace uso del protocolo de bitcoin y su diseño de la cadena de bloques, aunque lo ajusta de manera que puede respaldar aplicaciones además del dinero. Sin embargo, ethereum persigue abstraerse del diseño de bitcoin con el fin de que los desaprobadores puedan crear aplicaciones o acuerdos que incluyan medidas adicionales, nuevas normas de propiedad, formatos alternativos de transacciones o diferentes maneras de transferir estados.

El objetivo del lenguaje de programación 'Turing-completo' de ethereum es permitir a los desarrolladores escribir más programas (que los que permite la linea de comandos de bitcoin) en los que las transacciones en la cadena de bloques puedan gobernar y automatizar resultados específicos. Tengamos en cuenta que un lenguaj turing-completo es capaz de generar (en teoría) los mismos programas que son desarrollables c++. Esta flexibilidad que ofrece ethereum es la innovacioń fundamental de ethereum sobre otras plataformas basadas en protocolo bitcoin.

2.2.1. Bitcoin como sistema de transición de estados.

Desde un punto de vista técnico, el ledger de Bitcoin puede verse como un sistema de transición de estados, donde hay un estado que consiste en el estado de propiedad de todos los bitcoins existentes además de una función de transición de estado que toma un estado y una transacción y genera un nuevo estado que es el resultado. De este modo obtendríamos un autómata, y además al haber un número finitio de bitcoin, podemos decir que es finito en teoría (aunque no en práctica, pues la cantidad de variaciones de la red es casi inabarcable).

En un sistema bancario estándar, por ejemplo, el estado es una hoja de balance, una transacción es una petición para mover una determinada cantidad de dinero de "A" a "B", y la función de transición de estado reduce esa cantidad de dinero en la cuenta de "A" y la incrementa en la cuenta de "B". Si, en primer lugar, la cuenta de "A" tiene una cantidad menor a la indicada, la función de transición de estado devuelve un error. Por lo tanto, podría definirse formalmente:

```
APPLY( S , TX ) -> S' o ERROR
```

En el sistema bancario definido arriba:

```
APPLY( { Ana: 50 , Pedro: 50 } , "enviar 20 de Ana a Pedro" )
{ Ana: 30 , Pedro: 70 }
```

Sin embargo:

```
APPLY( { Ana: 50 , Pedro: 50 } , "enviar 70 de Ana a Pedro" )
ERROR
```

El estado en Bitcoin es la colección de todas las monedas (técnicamente, "transacciones no gastadas" o UTXO - "unspent transaction outputs") que han sido creadas pero aún no se han gastado, con cada UTXO que tiene una denominación y un propietario (definido por una dirección de 20 bytes que es esencialmente una clave pública criptográfica). Una transacción contiene una o más entradas, y cada entrada contiene una referencia a una UTXO existente y a una firmacriptográfica producida por la clave privada asociada con la dirección del propietario;

y una o mássalidas, cada una de las cuales contiene una nueva UTXO para añadirla al estado.La función de transición de estado APPLY(S , TX) − >S' puede definirse aproximadamente como sigue:

1. Para cada entrada en TX:
    i. Si la UTXO referenciada no está en S, devuelve un error.
    ii. Si la firma proporcionada no concuerda con el propietario de la UTXO, devuelve un error.
2. Si el conjunto de denominaciones de toda entrada UTXO es menor que el conjunto de denominaciones de toda salida UTXO, devuelve un error.
3. Devuelve S con toda entrada UTXO eliminada y toda salida UTXO añadida. La primera mitad del primer paso evita que los que envían transacciones gasten monedas que no

existen, la segunda mitad del primer paso evita que los que envían transacciones gasten las monedas de otras personas, y el segundo paso impone la conservación del valor. A la hora de usar esto para pagos, el protocolo es como sigue. Supongamos que Ana quiere enviar 11.7 BTC a Pedro. Primero, Ana buscará un conjunto de UTXO disponibles que ella posea que sume un total de al menos 11.7 BTC. Realmente, Ana no será capaz de obtener exactamente 11.7 BTC; digamos que lo menos que puede obtener es 6+4+2=12. Entonces ella creará una transacción con esas tres entradas y dos salidas. La primera salida será 11.7 BTC con la dirección de Pedro como su propietario, y la segunda salida serán los restantes 0.3 BTC de "cambio", siendo su propietaria la propia Ana.

2.2.2. Cadena de Bloques de Ethereum.

Una cadena de bloques es una base de datos distribuida, formada por cadenas de bloques diseñadas para evitar su modificación una vez que un dato ha sido publicado usando un sistema basado en el tiempo y el consenso de los usuarios de esta. Cada bloque está enlazando a un bloque anterior. Por esta razón es especialmente adecuada para almacenar de forma creciente datos ordenados en el tiempo y sin posibilidad de modificación ni revisión. Este enfoque tiene diferentes aspectos:

- Almacenamiento de datos.- Se logra mediante la replicación de la información de la cadena de bloques
- Transmisión de datos.- Se logra mediante peer-to-peer
- Confirmación de datos.- Se logra mediante un proceso de consenso entre los nodos participantes. El tipo de algoritmo más utilizado es el de prueba de trabajo en el que hay un proceso abierto competitivo y transparente de validación de las nuevas entradas llamada minería.

Los datos almacenados en la cadena de bloques normalmente suelen ser transacciones por eso es frecuente llamar a los datos transacciones. Sin embargo no es necesario que lo sean. Realmente podríamos considerar que lo que se registran son cambios atómicos del estado del sistema. Por ejemplo una cadena de bloques puede ser usada para estampillar documentos y securizarlos frente a alteraciones.

La gran diferencia que ofrece ethereum es que sus nodos almacenan también el estado más reciente de cada contrato inteligente, además de todas las transacciones de ether. Para cada aplicación de ethereum, la red tiene que mantener un seguimiento del 'estado' o información

actual de todas estas aplicaciones, incluyendo el saldo de cada usuario, todo el código del contrato inteligente y dónde se almacena todo. Bitcoin usa salidas de transacción no utilizadas para rastrear quién tiene cuánto bitcoin. Aunque suena complejo, la idea es bastante simple. Cada vez que se hace una transacción de bitcoin, la red 'rompe' la cantidad total como si fuera dinero impreso, emitiendo bitcoins de vuelta de una forma que hace que la información manejada se comporte como las monedas o cambio físico.

Para efectuar futuras transacciones, la red de bitcoin tiene que añadir todas las piezas de cambio, que se clasifican en 'gastadas' o 'no gastadas'. Ethereum, por otro lado, utiliza cuentas. Como en fondos de cuentas bancarias, las 'fichas' de ether aparecen en una cartera, y pueden ser transferidos a otra cuenta. Los fondos siempre están en algún sitio, pero no tienen lo que podría llamarse una relación continua.

2.2.3. Máquina Virtual de Ethereum

Con ethereum, cada vez que se usa un programa, una red de miles de computadores lo procesa. Los contratos escritos en un lenguaje de programación específico de contrato inteligente se compilan en 'bytecode', lo que una prestación llamada 'ethereum virtual machine' (EVM) puede leer y ejecutar. Todos los nodos ejecutan este contrato usando sus EVMs. Cada vez que un usuario realiza alguna acción, todos los nodos de la red tienen que estar de acuerdo en que ese cambio se ha efectuado. El objetivo aquí es que la red de mineros y nodos tomen la responsabilidad de transferir el cambio de estado a estado, en lugar de cualquier autoridad como PayPal o un banco. Los mineros de bitcoin validan el cambio de propiedad de bitcoins de una persona a otra. La EVM ejecuta un contrato con las reglas que el desarrollador programó inicialmente.

El cálculo real en la EVM se consigue mediante un lenguaje 'bytecode' basado en pilas, pero los desarrolladores pueden escribir contratos inteligentes en lenguajes de alto nivel como Solidity o Serpent, más fáciles de leer y escribir para las personas, dado que bytecode es un lenguaje poco legible, pero mmás interpretable a un ordenador, análogo al lenguaje máquina. Los mineros son los que evitan un mal comportamiento. A diferencia de en bitcoin, la cantidad de nodos es escalable, por lo que la ausencia de mineros no será un problema a largo plazo. Por ejemplo, deben asegurarse de que nadie gasta dinero más de una vez, y rechazar contratos inteligentes que no se han pagado. Existen varios miles de nodos de ethereum ahí fuera, y cada uno de ellos está compilando y ejecutando el mismo código.

Podemos pensar que todo esto tiene un coste mucho mayor al de cálculos ordinarios, lo cual es cierto. Por ello la red solo debe usarse para casos de uso particular. El tutorial oficial de desarrollo de ethereum reconoce esta ineficacia, declarando: .ª grandes rasgos, una buena heurística para usar es que no podrás hacer nada en la EVM que no puedas hacer en un teléfono inteligente de 1999".

Este lenguaje será fundamental para la implementación de los contratos inteligentes o samrt contract, pues es lo que permite generar los entes de funcionamiento autonómo para el desarrollo de estos.

2.2.4. mensajes, transacciones y estado de transición de ethereum

Los mensajes en ethereum son parecidos de cierto modo a las transacciones de en otros sistemas de cadena de bloques, pero con algunas caracteristicas llamativas. Un mensaje puede ser creado tanto por una entidad externa como por un contrato, los mensajes pueden contener datos o, si el mensaje es recibido por un contrato, este tiene la opcion de responder. Esto implica que un

mensaje en etherum puede toar el aspecto de función.

El termino transacción es usado en ethereum para referirse a un paquete firado que coniene un mensaje para ser enviado por una cuenta externa. Las transacciones serian el recipiente del mensaje, una firma identificando el remitente, la cantidad de ether que mandar, y además los dos valores importantes de Gasprice y Startgas.

Para prevenir el uso de bucles infinitos, cada transacción requiere marcar cuantos pasos de computación pueden ser realizados. Startgas es el límite, y Gasprice es lacuotaa pagar al minero por iteración. Si la transacción se queda sin "gas"todos los cambios de estado en la cadena se revierten. Si llega a un halts con algun gas restante, este se le envia al contratante.

Como veremos, es importante que una transacción tenga los mismos derecho que un usuario para el desarrollo conveniente de los contratos inteligentes, incluyendo la habilidad de mandar mensajes de unos a otros.

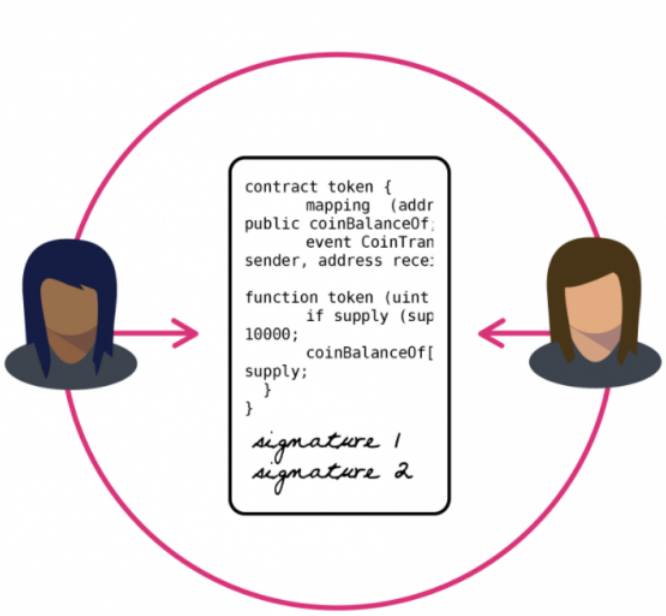
2.2.5. Contratos inteligentes.

Un contrato inteligente (en inglés Smart contract) es un programa informático que facilita, asegura, hace cumplir y ejecuta acuerdos registrados entre dos o más partes (por ejemplo personas u organizaciones). Como tales ellos les ayudarían en la negociación y definición de tales acuerdos que causarán que ciertas acciones sucedan como resultado de que se cumplan una serie de condiciones específicas.

Un contrato inteligente es un programa que vive en un sistema no controlado por ninguna de las partes, o sus agentes, y que ejecuta un contrato automático el cual funciona como una sentencia if de cualquier otro programa de ordenador. Con la diferencia de que se realiza de una manera que interactúa con activos reales. Cuando se dispara una condición pre-programada, no sujeta a ningún tipo de valoración humana, el contrato inteligente ejecuta la cláusula contractual correspondiente.

Tienen como objetivo brindar una seguridad superior a la ley de contrato tradicional y reducir costos de transacción asociados a la contratación. La transferencia de valor digital mediante un sistema que no requiere confianza abre la puerta a nuevas aplicaciones que pueden hacer uso de los contratos inteligentes, como es el caso de ethereum.

Bitcoin inició este proceso antes, pero su uso está limitado a el uso como divisa únicamente. Sin embargo, el lenguaje turing completo de ethereum que permite a los desarrolladores escribir sus propios programas, soporta que estos desarrollen sus propios contratos inteligentes, es decir, agentes que que controlen todo el proceso del negocio.



Estos agentes, no controlados por ninguna de las partes, son los que, (una vez aceptado el contrato) fuerzen a su cumplimiento o devuelvan una vez el contrato se ha terminado de forma fallida al estado original la cadena de bloques.

Un punto importante a considerar como fallo de los contratos inteligentes es que ambas partes han de tener acceso al código del smart contract, y comprender activamente (no porque se lo haya explicado alguien) que hace y porque lo hace el programa brindado. Si estas condiciones se cumplen, y ambas partes saben lo que están aceptando su cumplimiento es obligado, de modo que si no se cumpliera el contrato no tendría ningún efecto.

Los contratos inteligente pueden, entre otras muchas cosas:

- Sevir como un programa de firma de comunidad, en el cual los fondos se invierten solo cuando hay una mayoría prefijada de personas que aceptan la inversión. Del mismo modo este contrato podría ser reformado en el código que lo constituye cuando la misma mayoría (por ejemplo, del 80 %) lo acpeta.
- Controlar acuerdos entre ususarios, por ejemplo, cuando uno contrata un seguro con el otro.
- Gestionar el funcionamiento de otros contratos (recordemos que en ethereum un contrato puede realizar las mismas acciones que un usuario).

Pongamos un ejemplo de este último:

Cuando en una compañía una mayoría acepte bajar la temperatura del AC, otro contrato comproabría la previsión meteorológica para ver si está acción debe tener caracter permanente, y otro contactaría con la base de datos para enviar la información recogida en los anteriores a la base de datos. El precio de la transacción depende de la energía que cueste esta transacción.

2.2.6. Minería y Prueba de Trabajo.

La minería juega un papel importante en asegurarse como funciona ethereum, pero de forma subliminal. Además del objetivo de generar nuevos ether sin la necesidad de un banco, pero

esta no es su único rol. Normalmente, es la compañía que centraliza las operaciones (como un banco) la que se asegura de mantener resgistros adecuados de los datos. Sin embargo, los sistemas de cadena de bloques introducen una nuevo modo de mantener el resgistro de acciones, cuando es la red entera la que se asegura de mantener el registro de transacciones, en lugar de un intermediario, y las anota en un registro púbilco.

Aunque un sistema que no requiera de confianza, o que requiera de la mínima de esta es el objetio, alguien tiene que asegurarse de que nadie hace trampa. La minería es lo que permite realizar este registro descentralizado.

Los mineros llegan al consenso sobre las historias de las transacciones a la vez de evitando fraude (como el doble gasto de ethers). Un problema que no había sido resuelto sin las cadenas de bloque con pruebas de trabajo.

Recordemos que la prueba de trabajo consiste en requerir para realizar una acción de un coste extra de computación. Las primeras aplicaciones de estos sistemas eran para evitar comportamientos indeseables, cómo ataques DDoS o envío de spam. Si consigues que estas acciones malintencionadas cuesten un trabajo al atacante, desincentivas el ataque. Al menos parcialmente.

Pero este trabajo tiene que tener una característica clave: asimetría. Debe ser difícil llevarlo a cabo (aunque factible), mientras que verificar que es real tiene que tener un coste casi nulo, para que sea posible comprobar la correción de muchos clientes con relativa facilidad.

Aunque a día de hoy se sigue buscando otros métodos de consenso sobre el que validar transacciones, la minería es lo que actualmente mentiaene la credibilidad del sistema. El sistema de minería utiliza la fuerza de computacíon para ir resolviendo por fuerza bruta una prueba hasta que una de ellas acierte por casualidad. Más especificamente, los mineros ejecutaran los metadatos de la cabecera en un hash, solo cambiando un valor. Si el minero encuentra el hash con el valor que coincide con el del actual objetivo, el minero será recompensado con ether y extenderá a través de la red la propiedad de ese bloque. Cuando el minero B ve que el minero A ha encontrado el bloque que el minaba, este pasa a minar el siguiente.

Es dificil hacer más rápido este proceso, mientras que es muy rápido comprobar que el hash ofrecido por el minero correcto. Por eso este proceso nos cumple la condiciones para ser una prueba de trabajo.

Un minero encuentra un bloque cada 12-15 segundos. Si los mineros empezasen a encontrar ether cada menos o más teimpo , el algoritmo se reajustaría para que la velocidad de la inflacción se mantenga constante.

Las ganancias de los mineros dependen tanto de la suerte como de su fuerza para computar datos. El algoritmo en especifico usado se llama ethash. buscar algoritmo e incluir

Se está intentando cambiar a un sistema donde no se dependa tanto de los mineros, cambiando la proof-of-work por la proof-of-stake. textcolorredbuscar proff-of-stake e incluir

2.2.7. Hardfork y Sotfork

Pese a que al debate generado en bitcoin sobre la **esclabilidad** ethereum está organizado apra que este no sea un problema relevante. En esta plataforma los incidente que han hecho que

estos fork o bifurcaciones hayan tomado un papel más importante son de otro caracter como el incidente de la **DAO**.

Básicamente, el término fork hace referencia al despliegue de cambios en el código de la cadena de bloques. La bifurcaión sucede cuando el equipo detras de ethreum quiere implantr cambios en la estructura por diversos motivos. Como la cadena de bloques es una estructura de datos descentralizada, hay diferentes, esto provoca que estas situcaciones generen cadenas de bloques alternativas. Es lo que se conoce como bifurcación de la Blockchain, y aquí es donde entran en juego los conceptos de hardfork y softfork.

2.2.8. Hardfork.

Es una divergencia permanente en la Blockchain que ocurre cuando los nodos no actualizados no pueden validar bloques creados por los nodos que se apegan a las más recientes reglas de consenso. Actualmente hay una división filosófica en la comunidad de la cadena de bloques, entre las concepciones de lo que el activo en realidad es y aquello que debería ser. Esta discusión nace porque una comunidad con fin a ser descentraliza, no debe permitir que una compañía modifique la forma de la cadena de bloques porque ella así lo consideré pues esto solo implicaría que se está cambiando de manos la centralización, si bien en algunos casos ocurridos en el pasado, no hubo otra opción que se pudiera bajarar como solución a los conflictos. En ethereum han sucedido varios hardfork, tres en el año 2016. Ethereum se convirtió en dos cadenas de bloques, Ethereum y Ethereum Classic, en un intento de devolver a los inversores fondos desviados del desastre de DAO.

2.2.9. Softfork.

A diferencia del 'hard fork', el 'soft work' introduce código que sí es compatible con las versiones más antiguas del programa, por lo que no es posible que existan disrupciones ya que los usuarios sólo tienen que actualizar su software para empezar a beneficiarse de las nuevas funciones. De este modo una bifurcación suave es menos conflictiva que una dura. Tan pronto se implementa una bifurcación suave, los nodos actualizados intentan alcanzar una clara mayoría en la red y recordarnos que un porcentaje de la misma está determinado por el tamaño del bloque; de ocurrir lo contrario, el 'soft fork' falla y la cadena original sigue intacta. Así, de conseguir el cambio, se consigue por consenso. Esto, de todos modos lleva a la situación en la cual es posible que no se consiga una implatación del nuevoe estandar, por lo cual se discute si realmente estos son preferibles a los hardfork.

3. Aplicaciones.

En general, hay tres tipo de aplicaciones montadas encima de ethereum. La primera categoría es aplicaciones de financiación, las cuales habilitan una vía más amplia de gestionar los contratos. La segunda categoría son aplicaciones semifinancieras,donde el dinero está involucrado pero hay una gran parte de importancia en valores no monetarios. Por último estarían las plataformas para organizaciones de gobieron descentralizado y voto, no monetarias en ningún sentido.

3.1. Sistemas de Token.

Los sistemas de tokens basados en cande de bloques tienen multitud de aplicaciones, desde representar alguna divisa o materia relacionada con el mundo real como el precio del venta de oro o intercambio de USD. Otros usos serían tokens en relación a conceptos como propiedad

intelectual o sistemas no relacionados en ningún punto, no financieros en ningún aspecto.

Los sistemas de token son muy fáciles de implementar con ethereum. El punto clave para entender el funcionamiento es darse cuenta de que cualquier sistema de token es, fundamentalmente, una base de datos con una operación: Quita x unidades a A y dáselas a B, con condición de que:

- A tiene al mmenos X unidades antes de la transacción.
- La transacción está aprobada por A.

Todo lo restante sería implementar esta lógica en un contrato. Un código básico sería:

Algorithm 1 Contrato de Tokens.

```
1: procedure TOKEN(msg, contract)        ▷ msg contiene la información de la comunicación
2:                                              ▷ contract contiene información del contrato
3:     from = msg.sender
4:     to = msg.data[0]
5:     value = msg.data[1]
6:     if contract.storage[from] >= value then
7:         contract.storage[from] = contract.storage[from]  value
8:         contract.storage[to] = contract.storage[to] + value
9:     end if
10: end procedure
```

Esto sería una implementación en pseudo-código de la lógica básica del sistema bancario ya descrito.

3.2. Sistema de comprobación de identidad

INVESTIGAR Y DESARROLLAR

3.3. Decentralized File Storage

En el último tiempo han surgido..

3.4. Decentralized Autonomous Organizations

4. Particularidades.

4.1. Ether.

AQUÍ VA LA PAGINA QUE HAY QUE TRADUCIR.
`https://www.coindesk.com/information/what-is-ether-ethereum-cryptocurrency/`
si pinchas aquí te lleva.

4.2. DoS attack.

Dado el incidente del DAO, hemos de explicar en que consiste este ataque hecho a la red.
`https://en.wikipedia.org/wiki/Denial-of-service_attack`
Esto se solvento hipotéticamente a finales de 2016 al mejorar la denfensa en este tipo de ataques.
investigar como lo han hecho

4.3. Escalabilidad

4.3.1. Ataque 51 %

4.4. Minería centralizada

Índice