



VIGOR*

Chester Hedron¹

Abstracto—VIGOR es una moneda estable descentralizada cripto-respaldada en la cadena de bloques (o blockchain) de EOS, que mantiene la paridad con el dolar estadounidense.

I. INTRODUCCION

La moneda estable VIGOR es una innovación de ingeniería financiera respecto a una unidad de cuenta estable descentralizada. Este proyecto crea una moneda estable cripto-respaldada por activos crypto, sin una contrapartida centralizada, al permitir a los participantes separar y transferir ambos **riesgo de volatilidad y riesgo de cambios de precio** a través de contratos inteligentes de código abierto como garantía. Unidades de monedas estables son creadas y prestadas cuando tokens nativos EOS son introducidos en el fondo de garantía avalados por aseguradores. Este proyecto introduce un sistema descentralizado de prestamos y seguros, una línea de crédito crypto con solo dos distintos participantes independientes:

• Prestatarios

- depositan tokens nativos EOS como garantía
- toman préstamos de la moneda estable, manteniendo los niveles de garantía
- pagan una prima para asegurar su garantía

• Aseguradores

- depositan tokens nativos de EOS como valores de cobertura
- ganan primas basadas en contribución a la solvencia
- rescatan: asumen y recapitalizan prestamos con garantías insuficientes

A. El Problema

Actualmente no hay una moneda estable descentralizada en EOS. Muchos casos prácticos que involucran el valor temporal del dinero requieren este tipo de funcionalidad

* El proyecto de moneda estable VIGOR se origina con la contribución de muchos y no de pocos.

¹Agradecimiento especial a todos los representantes 'custodians' en la etapa génesis del proyecto.

básica. Otros proyectos sufren los siguientes problemas que este proyecto intentará evitar o mejorar sobre:

• Gobernanza intratable

- gobernanza del token concentrada en pocas cuentas de gran peso que conducen a la manipulación
- apatía del votante, se espera que el votante decidan sobre temas complejos para los cuales no sobre los que no tiene interés ni especialidad
- realizar arreglos de bugs/errores y actualizaciones de software especilmente en ethereum requiere soluciones complejas que implican un control central o sobrecostes

• Fragil ingeniería financiera

- precios de préstamos arbitrarios sin un modelo financiero ni descubrimiento de precios de mercado
- completa falta de modelos de riesgos
- participantes no tienen manera de saber si el riesgo/retorno es atractivo
- no se hacen o consideran pruebas de estress.
- sobreestimando fricciones de rescatar productos financieros deteriorados

• Sin Escalabilidad

- selección arbitraria de usuarios con acceso a bajo apalancamiento
- baja experiencia del usuario con tarifas y tiempo de bloqueo lentos

B. La Solución

El sistema de la moneda estable VIGOR permite a los usuarios pedir un préstamo contra sus activos de EOS. Facilita la transferencia de volatilidad y riesgo de acontecimiento integrado en el precio del token. Aun no existen mecanismos en la red principal de EOS para separar y transferir estos riesgos. Los usuarios pueden hacer lo siguiente:

• Ingresos

- ganar ingresos con los tokense nativos de EOS al depositarlos para uso como valores de garantía de respaldo sobre préstamos de moneda estable

• Apalancamiento

- obtener hasta 10 veces el aprovechamiento expuesto del precio del token al tomar préstamos garantizados de moneda estable para luego venderlos por EOS

- **Cobertura**

- los poseedores de tokens pueden reducir la exposición a cambios de precio al tomar préstamos asegurados con la moneda estable y manteniéndolos, obteniendo de esta manera una opción put en la criptomoneda.

VIGOR esta estructurada como una comunidad autónoma descentralizada (DAC), por las ventajas que esta estructura puede proporcionar. Custodios electos administran el acceso multifirma para actualizar el código del contrato. Los custodios tomarán las decisiones críticas operativas y con esperanza serán expertos en sus respectivos campos de actuación. El token de gobernanza se llama VIG. Su utilidad es proporcionar el acceso al sistema, usarse como token para el pago de intereses y también como reserva final (ver subsección II-F). Elecciones de custodios serán facilitadas al seleccionar usuarios al azar y requiriéndoles que emitan un voto cuando transaccionan con el sistema. Ambos prestatarios como aseguradores tendrán una voz en las elecciones. Tokens VIG son desembolsados por los prestatarios para comprar préstamos asegurados y una parte es mantenida por el sistema para ser usados como reserva final. El método de distribución del token VIG tratará de disuadir poseedores de cuentas de gran peso, con una distribución igualitaria hacia todos los miembros custodios en la etapa génesis y a través de un airdrop. El mecanismo de rescate es de baja resistencia y no requieren subasta sino que en lugar los aseguradores simplemente toman posesión de la garantía restante y los préstamos fallidos, en este caso el riesgo de iliquidez es transferido a los aseguradores que son recompensados por asumir el riesgo. VIGOR está construido en EOS para beneficiarse de las transacciones sin tasas para los usuarios y rápidos tiempos de bloques. Algunos requerimientos únicos del sistema VIGOR quizá puedan ser conseguidos usando la nueva red DAPP liquidapps.io mantenida por DSP's con vRAM y la próxima llegada de vCPU. Específicamente, esta característica permitirá al proyecto VIGOR beneficiarse de la posibilidad de generar cuentas de garantía gratuitas para sus usuarios, almacenar grandes cantidades de valores de precio histórico para cálculos de riesgo y test de estrés, utilizar oráculos para obtener conjuntos de precios (aunque inicialmente estamos considerando utilizar Delphi Oracle o Oraclize), obtener desviaciones aleatorias requeridas para la simulación de riesgo y ejecutar algoritmos intensivos en CPU para cálculo de precio y test de estrés. Somos conscientes de la posibilidad de que Block.one implemente tecnología de moneda estable en la capa básica de eos.io pero en la actualidad no hay evidencia de ello y puede ser algo bueno tener sistemas competidores. Los usuarios podrán invertir sus tokens (tanto los de garantía como los de seguro) incluso si están bloqueados como garantía, para utilizar sus recursos de RAM y NET sin embargo el sistema empezará a desinvertir de

manera automática si los niveles de garantía son demasiado bajos respecto a la deuda del usuario. VIGOR fue diseñado desde el primer momento para tener sólidas especificaciones de ingeniería financiera utilizando productos estructurados y derivados además de estándares en gestión regulada de riesgo. Por ejemplo, nuestra implementación de contrato inteligente se focaliza en gran medida en la dualidad:

- **Precio:** modelo de valoración y descubrimiento de precio
- **Riesgo:** marco de riesgo, modelo de estrés y suficiencia de capital

El resultado es un ecosistema autosuficiente equilibrado por prestatarios y aseguradores el cual es robusto a cambios de precio extremos. VIGOR es un sistema de moneda estable cripto-respaldado, con una gobernanza relativamente manejable, una mayor capacidad de apalancamiento para los prestatarios y la mayor adopción/escalabilidad alcanzada hasta el presente.

II. MARCO DE RIESGO

A. Mejoramiento de Crédito

Se han utilizado dos formas de incremento de crédito que permiten préstamos de manera prudente:

- **Sobregarantía** (margen o recorte) se refiere a mantener una cantidad de garantía que excede el valor del préstamo y puede ofrecer una barrera contra fluctuaciones de precio de la garantía.
- **Cobertura** es utilizada para proteger el valor de la garantía contra cambios catastróficos de eventos de precios
 - Los prestatarios de la moneda estable aseguran su depósito pagando una cuota de protección de pagos durante el tiempo del préstamo en un Evento de Intercambio de Token (Token Event Swap or TES), un contrato inteligente innovador que activa el rescate si ocurre una variación de precio al intercambiarlo por los pagos de las cuotas.
 - los aseguradores toman el riesgo para ganar las cuotas y proveer el respaldo de préstamos depositando cripto tokens en un fondo de cobertura.

B. Solvencia

La moneda estable tendrá un valor estable en la medida en que los préstamos tendrán un exceso de garantía o que el fondo de garantía estará suficientemente capitalizado. Por tanto, nuestro contrato inteligente modela la capitalización del aseguramiento con crítica importancia. El sistema aplica el marco de riesgo "Solvency II" utilizado por los reguladores de seguros en la EU.

- **Ratio de Solvencia** mide la capacidad de rescatar préstamos con baja garantía por parte de los aseguradores, ver Figura 1.
 - **Fondos Propios** es la cantidad de garantías crypto que los aseguradores han depositado (valores) por encima del valor de mercado del seguro TES que los prestatarios han adquirido (responsabilidades).

- **Requerimiento de Solvencia de Capital (SCR).** Una pregunta natural es ¿cuánto Fondos Propios es suficiente? SCR es definida como esta cantidad requerida para una tolerancia de certeza.
- **Ratio de Solvencia** > 100% es un ejemplo del límite deseado establecido por los custodios VIG.

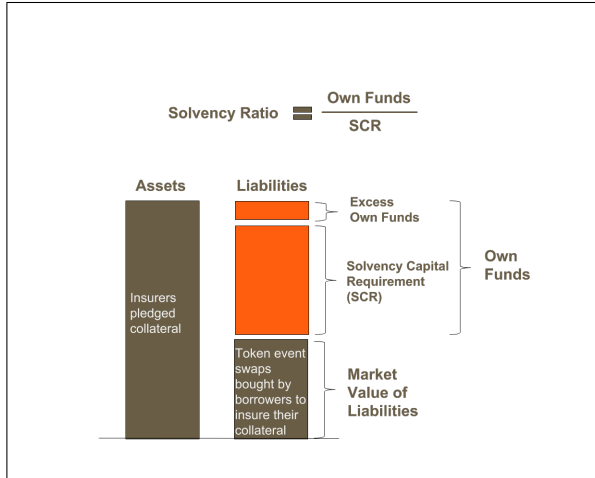


Fig. 1. Balance Económico

SCR se obtiene tal como indica la Figura 2 como el cambio en Fondos Propios entre un mercado normal y uno estresado. Para calcular el SCR la operación clave es realizar un test de estrés por Solvency II que proporciona información sobre la cantidad requerida de crypto valores que deben ser depositados por los aseguradores para mantener el nivel de solvencia. Para este test de estrés, el proyecto implementa un modelo de precios TES para conseguir la mejor estimación para el valor de mercado de las responsabilidades TES en condiciones normales y un modelo de estrés para saber el valor de shock (variando los niveles de certeza). Los Fondos Propios equivalen a la cantidad de valores crypto prometidos por los aseguradores menos el valor de nuestra mejor estimación en un mercado **normal** de contratos TES. Los Fondos Propios Estresados equivalen al valor **estresado** de valores comprometidos por los aseguradores menos el valor de nuestra mejor estimación de valor de los contratos TES **estresados**. Finalmente, SCR es el cambio en Fondos Propios consecuencia de mercados estresados y el **Ratio de Solvencia** es el ratio de Fondos Propios para SCR.

C. Modelo de Estrés

El modelo de estrés es una simulación Monte Carlo mediante ajuste de cópulas de movimientos de precio extremo correlacionados. La simulación genera la distribución de cartera de pérdidas de la Figura 3. Los resultados del modelo de estrés tienen tres categorías de pérdidas: pérdidas esperadas avaladas por la sobregarantía, pérdidas inesperadas avaladas por los aseguradores y pérdidas por estrés avaladas por la reserva final de VIG (ver subsección II-F). Tres datos clave de este modelo son la probabilidad de cada token de garantía ante variaciones de precio extremas, su correlación y la magnitud de pérdida (1-recuperación) a causa de un

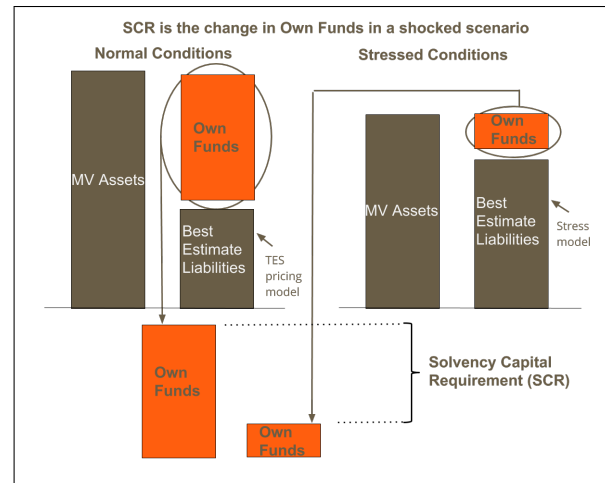


Fig. 2. Capital Requerido de Solvencia (SCR)

determinado acontecimiento. La probabilidad (derivada de una tasa de riesgo) y recuperación se obtienen de los precios de mercado TES, ver subsección III-B Descubrimiento de Precios. Se crearán modelos de correlación a partir de los retornos de tokens utilizando factores comunes latentes y se usará un escenario de estrés de la estructura de correlación. Este modelo de estrés se usa principalmente para simular pérdidas inesperadas para obtener SCR y Ratio de Solvencia pero también ofrecerá una medida de la eficiencia de capital y concentración de riesgo (Risk Adjusted Return on Capital and Contribution or RAROC) como indicador de la salud del sistema.

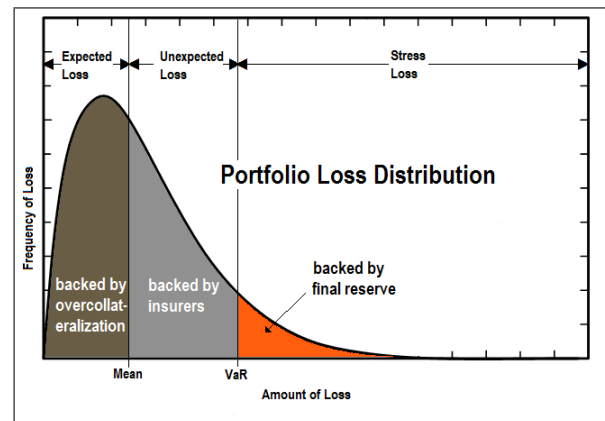


Fig. 3. Modelo de Estrés: Distribución de Cartera de Pérdidas

D. Producto Estructurado

Todos los contratos asegurados de préstamos TES escritos para asegurar las garantías se suman como fondo de TES para crear una cuota de aseguramiento agregada. Los aseguradores toman la contrapartida vendiendo protección en las cantidades teóricas del fondo de TES (un único valor de TES del fondo de garantía), ver Figura 4. El fondo TES puede ser troceado en futuras implementaciones.

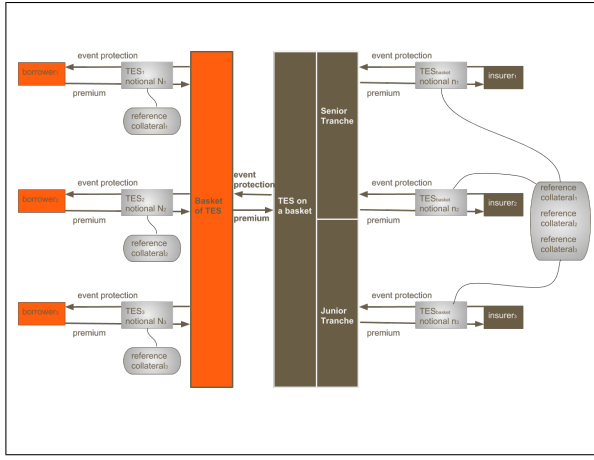


Fig. 4. Producto Estructurado: transferencia de riesgo con una cesta de token event swaps (TES) y un único TES escrito en un fondo de garantía

E. Rescates

Se activa un TES para rescate si el valor de garantía cae por debajo del valor de la deuda de un préstamo otorgado. Si se activa un TES, entonces los protectores de ventas de la cesta TES tomarían el control inmediato (tomarían posesión) y recapitalizarían el préstamo con garantía insuficiente y se darían cuenta de una pérdida. Las ganancias y pérdidas del fondo de valores asegurados es compartido entre vendedores. La participación es proporcional **a la contribución de la solvencia** definida como el cambio en el ratio de solvencia resultante de que un vendedor de TES deposite tokens en el fondo de aseguramiento. Manejar los rescates no requiere una subasta de valores en mercados en deterioro; la cesta TES está financiada y físicamente asentada.

F. Reserva Final

Las sobrecuotas pagadas por prestatarios deben estar denominadas en tokens VIG y deben publicarse antes de retirar los préstamos; el mantenimiento insuficiente del saldo VIG activa el rescate del préstamo con el prestamista reteniendo cualquier exceso de garantía. Los aseguradores son pagados en denominación VIG.

El sistema almacena una parte de las sobrecuotas VIG como reservas finales, después de hacer los pagos VIG a los aseguradores. **La reserva final** de tokens VIG es utilizada para recapitalizar el sistema si en algún momento se agota la bolsa de fondos de los aseguradores, cubriendo así las tan llamadas pérdidas por estrés, tal como se muestra en la Figura 3.

III. MARCO DE PRECIOS

A. Modelo de Precios

El contrato **TES token event swap** ofrece un pago de protección (el costo para rescatar un préstamo con garantía insuficiente) en el momento del evento desencadenante, definido como el precio del token disminuyendo por debajo de un nivel de barrera desencadenante pre especificado (Valor de la garantía que cae por debajo del valor de deuda). A cambio, el comprador de protección TES realiza pagos

periódicos de sobrecostos a los tipos de TES hasta el evento desencadenante.

El modelo de precios TES se basa en el modelo de varianza de elasticidad constante extendida de salto al valor predeterminado de P. Carr & V. Linetsky [1] conocido como JDCEV donde el precio del token se modela como una difusión, puntuado por un posible salto a cero:

$$dX_t = [r + h(X_t)] X_t dt + \sigma(X_t) X_t dB_t \quad (1)$$

donde r , $\sigma(X_t)$, y $h(X_t)$ son los tipos libres de riesgo, la volatilidad instantánea del token y la intensidad de salto al incumplimiento dependiente del estado (tipo de riesgo).

Para capturar el vínculo negativo entre la volatilidad y el precio del token, asumimos una especificación de varianza constante de elasticidad (CEV) para la volatilidad instantánea del token ante cambios extremos de precio:

$$\sigma(x) = ax^\beta \quad (2)$$

donde β es el parámetro de elasticidad de volatilidad y a es el parámetro de escala de volatilidad.

Para capturar el vínculo positivo entre los precios extremos y la volatilidad, el tipo de riesgo es una función afín creciente de la varianza instantánea de los rendimientos del token subyacente:

$$h(x) = b + c\sigma^2(x) = b + ca^2x^{2\beta} \quad (3)$$

donde b es un parámetro constante que gobierna la parte independiente del estado de la intensidad de salto al incumplimiento y c es un parámetro constante que gobierna la sensibilidad de la intensidad a la volatilidad local σ^2 .

El precio TES (también conocido como tipo de sobrecostos) se obtiene siguiendo Mendoza-Arriaga & Linetsky [2] como el tipo ϱ que iguala el valor presente de los pagos de protección con el valor presente de los pagos con sobrecoste.

El pago de protección es el porcentaje especificado $(1-r)$ de la cantidad TES nominal que el TES paga para asumir el préstamo subgarantizado (r es la "tasa de recuperación" y $1-r$ es la "pérdida en el momento del evento desencadenante"):

$$PV(\text{protection}) = (1-r) \left(\int_0^T e^{-r \cdot u} \mathbb{E}_x \left[e^{-\int_0^u h(X_v) dv} h(X_u) \mathbb{1}_{\{T_L > u\}} \right] du + \mathbb{E}_x \left[e^{-r \cdot T_L - \int_0^{T_L} h(X_u) du} \mathbb{1}_{\{T_L \leq T\}} \right] \right) \quad (4)$$

El primer periodo de paréntesis es el pago desencadenado por un salto y el segundo término es el pagado si el precio del token golpea la barrera por difusión.

El valor actual de todos los pagos Premium realizados por el comprador de protección TES es:

$$PV(\text{premium}) = \varrho \cdot \Delta \cdot \sum_{i=1}^N e^{-r \cdot t_i} \mathbb{E}_x \left[e^{-\int_0^{t_i} h(X_u) du} \mathbb{1}_{\{T_L \geq t_i\}} \right] \quad (5)$$

donde L es la barrera, T es el horizonte, N es el número de pagos de primas, $\Delta = T/N$ es el periodo de tiempo entre pagos de primas, $t_i = \Delta \cdot i, i = 1, 2, \dots, N$ es el i^{th} tiempo de prima periódica, T_L es el momento del primer periodo.

Como el precio de las garantías y la volatilidad cambian con el tiempo, la prima que se carga a los prestarios (pricing) se ajusta utilizando el modelo de fijación de precios TES; los prestarios realmente pagan una tasa Premium variable. Las tasas Premium se ajustan de manera inversamente proporcional a los niveles de garantía y directamente proporcional al nivel de volatilidad de la garantía del token.

La cesta TES es valorada como un DV01 basado en la reducción de los TES y los precios de tramo utilizan un factor de modelo de cópula Gaussiano como en Wang et al. [3].

B. Descubrimiento de precios

Esta sección describe como se logra el descubrimiento de precios basado en el mercado. Los precios del modelo TES que se ofrecen a los prestarios aumentan o disminuyen para llevar el Ratio de Solvencia a un objetivo establecido por los custodios (como el 100%). El precio "correcto" debería llevar a un balance entre la garantía del préstamo y valores asegurados. El concepto es similar a los creadores de mercado de opciones que actualizan la volatilidad implícita basada en los desequilibrios del libro de órdenes. Tres parámetros en los modelos de fijación de precios y riesgos se escalan en un esfuerzo para acercar el Ratio de Solvencia a su objetivo: los parámetros de la función de tasa de riesgo, b y c en la Eq. 3 así como la recuperación r en la Eq. 4.

C. Estabilidad

El moneda estable está diseñada para tener un precio estable en comparación al USD utilizando los siguientes cuatro pilares de estabilidad:

1) Cripto-sobregarantizado

La estabilidad depende en primer lugar del nivel de sobregarantías que cubren las pérdidas esperadas. El sistema fija el precio de la garantía en USD, y la sobregarantía es definida como el valor en USD de la garantía menos el número de moneda estables de deuda. Este sistema es extensible para crear monedas estables que rastrean cualquier activo con un precio que incluye a otras monedas, cestas de dinero fiduciario, cestas de criptos de bajo volumen, etc.

2) Garantía es asegurada

El riesgo de eventos y la volatilidad de la garantía es transferida a los aseguradores. La estabilidad entonces también depende del nivel de suficiencia de capital o de solvencia del seguro. El sistema escala los precios de los seguros a través de los tipos de riesgo implícitas y las tasas de recuperación para llevar el Ratio de Solvencia al objetivo establecido por el voto administrativo.

3) Reserva Final

El fondo de valores aseguradores representa la capitalización para cubrir pérdidas inesperadas estimadas por el modelo de estrés hasta un grado de certeza

especificada por los custodios VIG. Pérdidas reales podrán resultar peores a las estimadas debido al modelo de riesgo estimado. Entonces, la reserva final de tokens VIG respalda el fondo de seguro como último recurso cubriendo las llamadas pérdidas por estrés.

4) Objetivo de solvencia

Los custodios definen el objetivo de solvencia dándoles el poder de manejar de manera conservadora o agresiva los seguros.

IV. GOBERNANZA

El proyecto VIGOR es una comunidad autónoma descentralizada dirigida por custodios votados por los usuarios. Los custodios votan sobre todos los asuntos relacionados con el funcionamiento de la DAC. Se desarrollarán herramientas y dapps a través de propuestas de trabajadores comunitarios. Inicialmente, la DAC está a cargo de un equipo central llamado custodios de génesis mientras se crea e implementa la plataforma. Tenemos planeado adoptar el mismo o similar marco de trabajo DAC como en eosDAC.

V. INFRAESTRUCTURA DE PRÉSTAMOS TOKEN

Este papel ha abordado principalmente el préstamo de moneda estable a través de un servicio de créditos cripto. Aquí presentamos capacidad futura para un servicio de créditos cripto que permitan prestar y tomar prestados tokens cripto a través del uso de un TES alcista y una banda implícita de coste cero. Un prestamista podrá depositar tokens cripto para préstamos y ganar una prima de seguro por exponerse al riesgo de rescate en caso de alza de precios. Un prestatario de cripto token depositará moneda estable como garantía y pagará las primas seguro TES de alza de precios para tomar prestados tokens cripto y tomar así la contrapartida. Esto crea otro fondo de seguros y estructura un producto para una cesta de TES al alza. Esta es una clara distinción frente a REX y Chintai ya que en estos casos solo facilitan *préstamos de recursos*, mientras el proyecto VIGOR ofrece el préstamo de todo el activo token incluyendo la volatilidad de precio y evento (en otras palabras pérdidas/ganancias de capital). La reserva final para este fondo de garantía puede también ser utilizada como fuente de liquidez para facilitar la entrada de nuevos prestamistas y la salida de los actuales que quieran abandonar.

VI. OPCIONES

En un lanzamiento posterior, este proyecto buscará implementar negociacin de opciones. Este es un claso de uso directo para nuestros contratos de depósito multifirma y moneda estable. Tenemos intención de ofrecer opciones largas call, opciones largas put, venta de calls con cobertura y venta de opciones put aseguradas con efectivo. Todo ello permitirá trading descentralizado de derivados entre usuarios sin una unidad central de custodia o liquidación.

VII. ASIGNACIÓN DEL TOKEN

El token de utilidad VIG tiene tres usos principales en el sistema:

- **token para cargos** los prestatarios de tokens de moneda estable deben comprar un seguro de préstamo que se paga sobre el tiempo y denominada en tokens VIG
- **reserva final** para respaldar pérdidas por estrés
- **índice de acceso/crédito** los usuarios necesitan VIG para acceder al sistema y su índice de crédito es una función del VIG total pagado a lo largo del tiempo (y el número de pagos / cobros atrasados)

El token VIG tendrá una emisión inicial de 1b con una inflación inicial del 0% y será distribuido de la siguiente manera:

- **20% a la comunidad:** a través de airdrops gratuitos para amplia distribución
- **50% al fondo de desarrollo:** para investigación, ingeniería, despliegue, desarrollo de negocios, marketing, distribución, recursos de inversión etc.
- **30% al fondo a largo plazo de la DAC:** para la gobernanza a largo plazo, soporte de colaboradores, becas académicas, trabajos públicos, construcción de comunidad, etc.

VIII. CONCLUSIONES

El sistema de moneda estable VIGOR innova la unidad de cuenta estable descentralizada cripto respaldada. El sistema crea una infraestructura de crédito descentralizada que permite financiamiento respaldada por depósitos cripto sin confianza. Esto crea el primer mercado descentralizado donde los prestatarios y los aseguradores interactúan para separar y transferir tanto el riesgo de volatilidad como el riesgo de eventos integrados en los precios del token. Por lo tanto, el sistema crea la moneda estable utilizando canje de eventos token TES's y la estructuración de productos financieros en un marco de capital regulatorio estándar basado en el riesgo. El descubrimiento de precios basados en el mercado es una característica clave que minimiza las ineficiencias de precios en beneficio de los usuarios. El sistema VIGOR se centra en la especificación de riesgos de ingeniería financiera, pruebas de tensión en la cadena, modelado de precios y descubrimiento de precios para garantizar un respaldo suficiente de la moneda estable y de esta forma debería proveer agendas de votación transparentes y concisas. El mecanismo de rescate es de baja fricción; está diseñado para evitar la subasta de garantía en mercados en deterioro. Desbloqueamos la escalabilidad con un sistema que puede manejar mayor apalancamiento, por ejemplo los usuarios pueden aumentar el seguro de préstamos si llegasen a tener niveles bajos de garantía. El sistema puede ser visto como la capa necesaria de protocolo para un sistema robusto cripto respaldado de moneda estable que es escalable, tiene un gobierno tratable y sobre el cual podemos implementar una interfaz con funciones automatizadas que sean del interés para los usuarios. Esta plataforma tiene potencial para que

los usuarios creen una calificación de cripto s créditos, una identidad de aplicación natural en la cadena de bloques

La DAC VIGOR es una comunidad autónoma descentralizada poseída y mantenida por sus miembros para construir tecnología de moneda estable.

REFERENCES

- [1] Carr, P., and Linetsky, V. A Jump to Default Extended CEV Model: An Application of Bessel Processes. *Finance and Stochastics* 10, 3 (2006), 303330.
- [2] Mendoza-Arriaga, Vadim Linetsky, Pricing Equity Default Swaps under the Jump to Default Extended CEV Model, *Finance and Stochastics*, September 2011, Volume 15, Issue 3, pp 513540.
- [3] Wang D., Rachev S.T., Fabozzi F.J. (2009) Pricing Tranches of a CDO and a CDS Index: Recent Advances and Future Research. In: Bol G., Rachev S.T., Wrth R. (eds) *Risk Assessment. Contributions to Economics*. Physica-Verlag HD