مشروع العملة الرقمية المشتركة والسجلات الموزعة للبنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي.

البنك المركزي السعودي
SAMA
Saudi Central Bank

مصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي
CENTRAL BANK OF THE U.A.E.

تنبيه: إن الآراء المصرح بها هنا تمثل وجهة نظر المؤلفين، ولا تعكس بالضرورة وجهة نظر البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي وسياساتهما. ولا يمكن تقديم التقرير هذا بصفته يمثل وجهة نظر البنك المركزي السعودي أو مصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي. كما أن التقرير مختص بإثبات جدوى العملات الرقمية المشتركة من الناحية الفنية فقط في نطاق المشروع الموضح في تفاصيل هذا التقرير. ولا يعد توصية بتبني أي عملات رقمية.

شكروتقدير

نعرب عن امتناننا للبنوك التجارية الستة المشاركة في تنفيذ هذا المشروع في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة. وكذلك نشكر جميع الفرق المختلفة الممثلة للبنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي. والشكر موصول إلى شريكنا في النجاح، شركة آي بي أم.

التقرير النهائي لمشروع عابر

مقدمة

يسرّ البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي تقديم هذا التقرير المتعلق بمشروع عابر، والذي يمكن وصفه بمشروع إثبات جدوى العملة الرقمية المشتركة والسجلات الموزعة.

يهدف هذا التقرير إلى المساهمة في المحتوى المعرفي المتعلق بالعملة الرقمية للبنوك المركزية وتقنيات السجلات الموزعة، وذلك من خلال مشاركة مسار مشروع عابر.

أُطلق اسم "عابر" على هذا المشروع لتجسيد فكرة الدفع عبر الحدود واستخدام التقنية لتقريب المسافات.

في ضوء التجارب والأبحاث الجديدة، قام البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات المركزي بإدارة هذا المشروع كمبادرة مُبتكرة؛ تهدف إلى دراسة إمكانية استخدام تقنيات السجلات الموزعة من أجل تطوير أنظمة الدفع عبر الحدود بين البلدين، وذلك عن طريق استخدام عملة رقمية جديدة صادرة بشكل ثنائي كوحدة تسوية لعمليات البنوك التجارية في كلا البلدين سواء كانت عمليات محلية أو عمليات بين حدود البلدين.

وعلى مدار عام كامل، تم تصميم حالات الاستخدام (Use Cases)، وتنفيذها، وإدارتها، وتم توثيق الحلول، والنتائج، والخبرات الرئيسية المستفادة في هذا التقرير.

وتثبت نتائج المشروع بأن تقنيات السجلات الموزعة ستساهم في تزويد البنوك المركزية بالقدرات اللازمة لتطوير كلّ من أنظمة الدفع على المستوى المحلي وعبر الحدود. ونأمل في هذا الصدد بأن يساهم المشروع بشكل كبير في المحتوى المعرفي في هذا المجال وإرساء أسس العمل المستقبلي الذي نُخطط لاستكشافه في السنوات المقبلة.

في الختام، نود أن نعبر عن سعادتنا بالنتائج التي حققناها، والرؤى، والدروس القيمة المستفادة التي توصلنا إليها والموثقة في هذا التقرير، حيث نعتقد بأنها ستكون مفيدة لمجتمع البنوك المركزية والمنظومة المالية بشكل عام، وستساهم في وضع تصورات واضحة لإمكانيات هذه التقنية الجديدة وقدرتها على إحداث تحوّل جذري في الأسواق.

الملخص التنفيذي

التقرير النهائي لمشروع عابر

ملخص تنفيذي

مشروع عابر مبادرة أطلقها البنكان المركزيان للمملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة؛ بهدف إثبات جدوى إصدار عملة رقمية مشتركة بشكل ثنائي واستخدامها كأداة للتسوية المالية محلياً وعبر الحدود بين البلدين.

وفيما يلي الأهداف الرئيسية للمشروع:

- دراسة إمكانيات تقنيات السجلات الموزعة، وتجربتها، وفهمها بشكل أكبر، وتحليل مدى جاهزيتها.
- استكشاف حل بديل للدفع عبر الحدود باستخدام تقنيات السجلات الموزعة؛ للتغلب على التحديات المرتبطة بآليات الدفع الحالية عبر الحدود بين البنوك.
- فهم فكرة الإصدار الثنائي للعملة الرقمية من قبل البنكين المركزيين وتجربتها.

تم تقسيم المشروع إلى ثلاث مراحل رئيسية هي:

- حالة الاستخدام الأولى(Use Case1) : استكشاف متطلبات التسوية عبر الحدود بين البنكين المركزيين.
- حالة الاستخدام الثانية: (Use Case 2) استكشاف متطلبات التسوية المحلية بين ثلاثة بنوك تجارية في كل بلد.
- حالة الاستخدام الثالثة: (Use Case 3) استكشاف متطلبات تنفيذ المعاملات عبر الحدود بين البنوك المشاركة في المشروع في كلا البلدين.

بعد تنفيذ تقييم شامل لأنظمة الدفع الحالية، واستناداً إلى نتائج التطبيقات الدولية لتقنيات السجلات الموزعة في هذا المجال، وبناءً على تقنيات السجلات الموزعة المتطورة الحالية، اتفق جميع المشاركين على مجموعة من المبادئ الرئيسية الضرورية لتوجيه عملية تنفيذ المشروع:

أولاً: يجب على البنوك التجارية أن تشارك بفاعلية، وأن تساهم في الربط على المستوى المحلي مع الشبكة، والتفاعل التام على المستوى الفني والتشغيلي خلال فترة المشروع. كانت هذه الخطوة ضرورية للتأكد من أن موظفي البنوك التجارية والمركزية في كلا البلدين يستفيدون من المعارف المكتسبة من استخدام هذه التقنية الجديدة، وضمان أخذ التحديات، والمخاطر، والتحسينات المرتبطة بهذا المشروع بعين الاعتبار من وجهة نظر البنوك التجارية والتعامل مع هذه التحديات، والمخاطر، والتحسينات؛ لضمان الاستفادة من القيمة الكاملة لهذه التقنية ضمن هذا الإطار.

ثانياً: سيتم استخدام أموال فعلية في هذا المشروع، وهي خطوة غاية في الأهمية لأنها تعزز الاهتمام بالجوانب غير الوظيفية كالأمن، والتي يجب التعامل معها في المراحل القادمة. بالإضافة إلى معرفة كيفية تفاعل النظام الجديد مع أنظمة الدفع الحالية، كنظام التسوية الإجمالية الآنية المحلية.

ثالثاً: عوضاً عن محاكاة آلية عمل أنظمة الدفع التقليدية، ركز المشروع على استكشاف كيف يمكن لهذه الأنظمة الاستفادة من الخصائص الفريدة لتقنيات السجلات الموزعة لرفع مستويات التوزيع. كما سعى المشروع لتطوير نظام يتمتع بأكثر من نقطة أو مسار للمصادقة والتنفيذ؛ وذلك لتجنب تعثر النظام في حال ما إذا تعطلت النقاط المركزية.

وقد أكّد المشروع على أن العملة الرقمية الصادرة بشكل ثنائي عبر الحدود مُجدية من الناحية الفنية، وأن من الممكن تصميم نظام دفع موزع يتمتّع بمرونة التصميم مقارنة بأنظمة الدفع الحالية. يُذكر أن المتطلبات الرئيسية التي تم تحديدها قد تمت تلبيتها بشكل كامل، بما فيها المتطلبات المعقدة ذات الصلة بالخصوصية واللامركزية، بالإضافة إلى المتطلبات ذات الصلة بالتخفيف من المخاطر الاقتصادية، مثل اطلاع البنك المركزي على المعروض النقدي وإمكانية تتبع العملة الرقمية الصادرة. تجدر الإشارة إلى أنه تم تجاوز أهداف الأداء التي تم وضعها للمشروع، مما يثبت بأن تقنيات السجلات الموزعة يمكن أن تساهم في رفع مستويات الأداء دون التأثير سلباً على السلامة أو الخصوصية.

بناءً على ذلك، ساهم المشروع في التأكيد على جدوى تقنيات السجلات الموزعة بوصفها آلية للتسوية المحلية والتسوية عبر الحدود، وأكّد كذلك على الجدوى الفنية للعملة الرقمية المشتركة الصادرة عن المصرفين المركزيين في البلدين. إضافة إلى ذلك، سلّط المشروع الضوء على المجالات الأخرى التي يجب استكشافها في المستقبل إذا ما أردنا تطبيق نهج العملة الرقمية المشتركة. من أهم هذه المجالات الحاجة لفهم التأثيرات على السياسات النقدية للدول المشاركة، ودراسة الوسائل التي يتم من خلالها حساب الفائدة وتوزيعها على البنوك التجارية في كل بلد، وكيف يمكن تطبيق هذا باستخدام العملة الرقمية المشتركة.

من جهة أخرى، هناك العديد من الاتجاهات التي يمكن لهذا المشروع المُضي فيها مستقبلاً:
أولاً: قد يُستخدم النظام كأساس لدعم أنظمة التسوية الإجمالية الآنية المحلية والإقليمية وكبديل يتمتّع بنطاق توزيع أكبر ومرونة أعلى، مقارنة بالأنظمة المركزية المُطبقة حالياً أو التي يجري العمل على تطبيقها اليوم.
ثانياً: من خلال توفير منصات دفع قائمة على تقنيات السجلات الموزعة، يمكن توسيع نطاق عمل النظام ليشمل سيناريوهات التسليم مقابل الدفع، مثل استخدام شبكة عابر كمنصة تسوية لأنواع أخرى من المعاملات مثل كسندات البيع وغيرها من الأصول الرقمية.
ثالثاً: قد يتم توسيع النطاق جغرافياً ليشمل بنوكاً مركزية إقليمية أو دولية، أو قد يتم ربط الشبكات غير المتجانسة فيما بينها.

نجح المشروع في تحقيق أهدافه، وأظهر الفوائد الإضافية المحتملة لآلية الدفع الجديدة هذه، وسلّط الضوء على أهم الدروس المستفادة التي يمكن أن تعود بالنفع على البنوك المركزية الأخرى الراغبة في استكشاف هذا المجال. كما حدّد المشروع عدداً من المجالات التي يمكن التوسّع فيها مستقبلاً والتي يمكن للمشاركين في هذا المشروع أو البنوك المركزية الأخرى أخذها بعين الاعتبار. بناءً على ما سبق، نعتقد بأن هذا المشروع أثّر بشكل جوهري في فهم المؤسسات العاملة في القطاع لهذا المجال الجديد، ويقدّم مساهمة كبيرة في المحتوى المعرفي المتعلق بدراسة الآليات التي يمكن اتباعها لتطبيق تقنيات السجلات الموزعة الجديدة في مجال الدفع المحلي والدفع عبر الحدود.

الفصل الأول

تمهيد

التقرير النهائي لمشروع عابر

خلفية عن المشروع

أعلن البنك المركزي السعودي (ساما) ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي إطلاق مبادرة العملة الرقمية المشتركة (عابر) في شهر يناير ٢٠١٩م. حيث تم اختيار اسم عابر؛ إشارة إلى أن المشروع يركّز على التعاملات التي تتم عبر الحدود بين البلدين.

الخصائص الفريدة لمشروع عابر

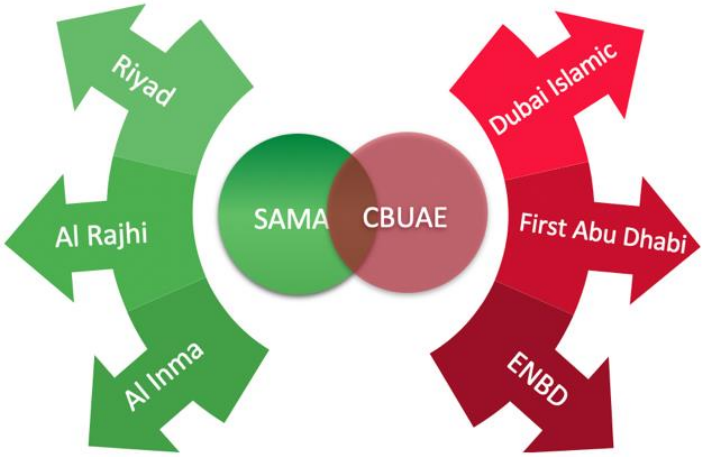
تم تحديد الأهداف الرئيسية التالية قبل بدء المشروع:

- دراسة إمكانيات تقنيات السجلات الموزعة، وتجربتها، وفهمها بشكل أكبر، وتحليل مدى جاهزيتها.
- استكشاف حل بديل للدفع عبر الحدود باستخدام تقنية السجلات الموزعة؛ للتغلب على أوجه القصور في آليات الدفع الحالية عبر الحدود بين البنوك.
- فهم فكرة الإصدار الثنائي للعملة الرقمية من قِبل البنكين المركزيين وتجربتها.
- إجراء مقارنات معيارية بين نتائج هذا المشروع ونتائج مشاريع البنوك المركزية الأخرى.

حدّدت البنوك المركزية عدداً من المبادئ شكلت الأساس لاستخلاص أهداف ومتطلبات المشروع. يُذكر أن مشروع عابر ليس الوحيد الذي أجرى تجارب على العملات الرقمية، فقد قامت بنوك مركزية أخرى حول العالم بإجراء تجارب مماثلة، مع ذلك يعتبر مشروع عابر الأول من نوعه لكونه يتمتع بخصائص ومزايا فريدة ليست موجودة لدى غيره من المشاريع. وفيما يلي شرح لهذه الخصائص.

مشاركة فاعلة من طرف البنوك التجارية

أحد الجوانب المهمة التي تميز هذا المشروع هي المشاركة الفاعلة للبنوك التجارية على المستوى التشغيلي والفني منذ المراحل الأولى للمشروع، حيث شاركت ستة بنوك تجارية (ثلاثة من كل دولة) في جميع مراحل المشروع، ما منح هذه البنوك فرصة تجربة استخدام وتشغيل حلّ دفع بين البنوك يستند إلى تقنية السجلات الموزعة. يُذكر أن معمارية الطرح وُزّعت على نطاق واسع جداً، ومُنحت البنوك مرونة كاملة فيما يتعلق باستضافة بيئاتها. يُظهر الرسم البياني في الشكل رقم ١ البنوك التجارية الستة المشاركة في مشروع عابر.



الشكل رقم ١: الجهات المعنية المشاركة في منظومة مشروع عابر

تسهيل الدفع عبر الحدود

تمثلت رؤية المشروع في إنشاء عملة بنك مركزي رقمية يمكن استخدامها لتسوية المدفوعات عبر الحدود بين البنوك التجارية المعنية، وهي أداة يمكن أن تكون مفيدة بشكل خاص لدول الخليج العربية نظراً لما تشهده هذه الدول من حركة تجارية نشطة وتنقّل المواطنين والمقيمين بينها. كما يمكن لهذه الأداة الجديدة أن تساهم في حل مشكلة انخفاض الكفاءة في أنظمة الدفع الحالية القائمة على نظام أعمال البنوك المراسلة التي عادة ما تتسبب بحدوث تأخيرات، وتُجبر البنوك التجارية على الاحتفاظ بحسابات كبيرة لدى بنوكها المراسلة (Nostro accounts). من جهتها وصفت بعض الدراسات (ماكينزي، ٢٠١٦م) هذا الأمر بأنه "مصيدة سيولة" لأن إدارة هذه الأرصدة بالنسبة إلى بعض البنوك التجارية، يعرضها لتكبد تكاليف فرص بديلة وتكاليف امتثال أيضاً. أما في مشروع عابر فيتم تحويل الأموال بشكل آنٍ، مما يعني أن البنوك التجارية لا تحتاج إلى امتلاك حسابات نوسترو (Nostro accounts) في البنك المراسل في كل دولة.

وعلى الرغم من أن مشاريع أخرى مماثلة كانت قد تضمنت تجارب حول العملة الرقمية من قبل بنكين مركزيين، إلّا أن مشروع عابر هو الوحيد الذي اشترط استخدام شبكة واحدة وعملة رقمية واحدة لتسوية المدفوعات عبر الحدود.

استخدام أموال فعلية في مرحلة العمليات

من الخصائص الأخرى الفريدة لهذا المشروع استخدام "أموال فعلية" في مرحلته التجريبية. لتحقيق ذلك، قدمت البنوك التجارية تعهداً بتوفير أموال فعلية من ودائعها الموجودة في البنك المركزي، واستخدام هذه المبالغ لتمويل حسابات العملة الرقمية الخاصة بها المدرجة في النظام. بعد انتهاء المشروع، تتم إعادة هذه المبالغ لحسابات البنوك التجارية.

تجدر الإشارة إلى أن تبني مرحلة عمليات مدتها ثلاثة أشهر واستخدام أموال فعلية كان له الفوائد الملموسة التالية:

- أدى استخدام أموال فعلية إلى تشجيع البنوك التجارية والمركزية على دراسة الآليات والطُرق التي سيتم من خلالها إدارة العملة الرقمية في سجلاتهم، وتحديد أنظمة الخدمات المصرفية الأساسية التي ستتأثر في حال ما إذا تم تطبيق نظام كهذا في البيئة التشغيلية الفعلية وتوسيع نطاقه. وقد نتج عن هذا الأمر سلسلة من الدروس المستفادة والملاحظات القيّمة التي لم يكن للبنوك التجارية أن تحظى بها لو لم تتعهد بتوفير هذه الأموال الفعلية وتستخدمها.
- من خلال تبني مرحلة عمليات مدتها ثلاثة أشهر اشتملت على عدة جلسات لنقل المعرفة استهدفت البنوك المشاركة، حصلت فرق الأعمال وتقنية المعلومات العاملة في البنوك على فرصة قيمة؛ لتجربة إدارة نظام دفع قائم على تقنية السجلات الموزعة.
- كما قدّمت البنوك المشاركة ملاحظات قيّمة لفريق المشروع حول المزايا والأدوات الإضافية، التي قد تكون ضرورية أو مفيدة في إدارة واستخدام عملة بنك مركزي رقمية من هذا النوع في المستقبل.
- ويُتوقع أن تساهم الدروس المستفادة والخبرات المكتسبة من تنفيذ مرحلة العمليات هذه؛ في تسهيل عملية طرح نظام الدفع بين البنوك القائم على تقنية السجلات الموزعة بشكله النهائي كبديل عن أنظمة التسوية الإجمالية الآنية التقليدية، والحوالات المصرفية الدولية.

أقصى حد من اللامركزية

إحدى المهام الرئيسية التي تم العمل عليها في إطار هذا المشروع تصميم حلّ يتمتّع بأعلى قدر ممكن من اللامركزية للأسباب التالية:

- تساهم الحلول اللامركزية الحقيقية في تعزيز المرونة المعمارية للأنظمة المالية الحيوية من خلال التخفيف من آثار نقاط الفشل الواحدة ومخاطرها.
- الهدف الذي نسعى لتحقيقه من خلال هذا الحل اللامركزي متوافق تماماً مع فكرة الدفع عبر الحدود التي يركز عليها هذا المشروع، ما يضمن تمتّع جميع البنوك في كلا البلدين بصلاحيات متساوية ومشاركة عادلة في المشروع.
- الحلّ الذي لا يساهم في تحقيق هذا الهدف لن يكون قادراً على الاستفادة من إحدى أبرز سمات تقنية سلسلة الكتل وأكثرها تميّزاً.

الفصل الثاني

حالات الاستخدام ومراحل المشروع

التقرير النهائي لمشروع عابر

حالات الاستخدام

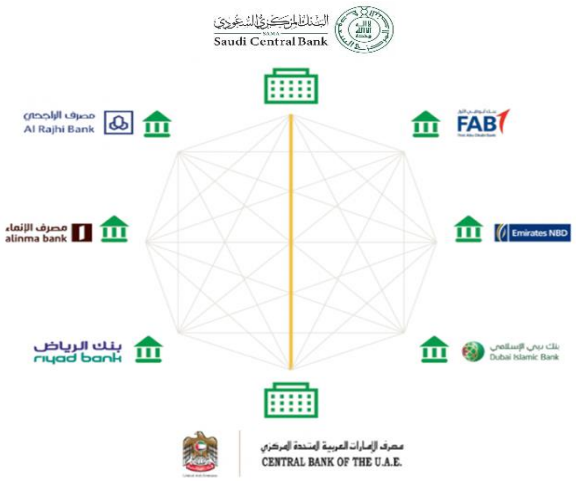
تناول المشروع ثلاث حالات استخدام رئيسية، وتم تنفيذه على ثلاث مراحل. فيما يلي شرح لحالات الاستخدام الثلاث:

- حالة الاستخدام الأولى (١UC): المدفوعات عبر الحدود بين البنوك المركزية
- حالة الاستخدام الثانية (٢UC): المدفوعات المحلية بين البنوك التجارية في كل بلد على حدة.
- حالة الاستخدام الثالثة (٣UC): المدفوعات عبر الحدود بين البنوك التجارية.

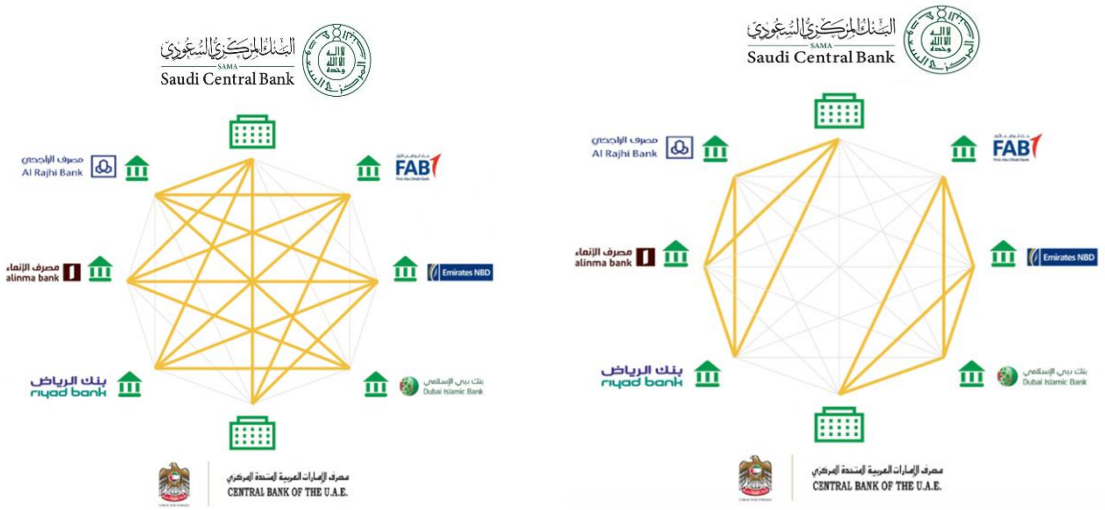
اشتملت حالة الاستخدام الأولى كما هو موضح في الشكل رقم ٢ على إنشاء سجل مشترك بين البنكين المركزيين يتم من خلاله إتمام مُختلف معاملات العملة الرقمية.

أمّا حالات الاستخدام الثانية والثالثة فركّزت على المدفوعات بين البنوك التجارية، حيث تناولت حالة الاستخدام الثانية المدفوعات المحلية بين البنوك التجارية في كلّ بلد، في حين أنه تجاوزت حالة الاستخدام الثالثة ذلك لتشمل المعاملات عبر الحدود بين البنوك التجارية. ولأن التسوية تمت على أساس مدفوعات فردية؛ فقد حاكت حالات الاستخدام هذه آلية عمل نظم التسوية الإجمالية الآنية محلياً أو عبر الحدود.

وعلى الرغم من أن البنوك المركزية لم تشارك بشكل مباشر في تدفقات المدفوعات في حالات الاستخدام هذه، إلّا أنها أدّت دوراً رئيسياً في إنشاء العملات الرقمية وإتلافها، وتدقيق جميع المعاملات. كما تطلبت حالة الاستخدام الثالثة أيضاً إجراء تسوية بين البنوك المركزية في بعض الحالات، وتم ذلك باستخدام السجل المشترك بين البنوك المركزية. لهذا؛ يمكن اعتبار حالة الاستخدام الأولى بمنزلة أساس لحالة الاستخدام الثالثة.



(a) Use case 1



الشكل رقم ٢: حالات الاستخدام الثلاث الرئيسية في مشروع عابر (أ) حالة الاستخدام الأولى، (ب) حالة الاستخدام الثانية، (ج) حالة الاستخدام الثالثة

تنفيذ المشروع

Workstream	Q1	Q2	Q3-Q4
Business Discussion	Workshops		
Foundation	Technology Selection; Infrastructure (UC1)	Infrastructure & Network Setup (UC2 and 3)	
Use Case 1	Tech Design; Dev Sprints	UAT and Operations	
Use Case 2	Tech Design	Dev Sprints	UAT and Operations
Use Case 3	Tech Design	Dev Sprints	UAT and Operations
Evaluation			Evaluation

الشكل رقم ٣: الجدول الزمني لتنفيذ مشروع عابر

تم تنفيذ المشروع عن طريق تقسيمه إلى مراحل تطويرية قصيرة ضمن منهجية مرنة (Agile Methodology) لإدارة المشاريع، حيث تداخلت مراحل التصميم، والتطوير، والعمليات لحالات الاستخدام الثلاث مع بعضها البعض كما يظهر في الشكل رقم

٣. بدأ المشروع بمجموعة من ورش العمل حول تقنية سلسلة الكتل، ركزت على موضوع نقل المعارف العامة المتعلقة بسلسلة الكتل، تبعها جلسات مُركزة تناولت مجموعة متنوعة من جوانب العملات الرقمية للبنوك المركزية كأنواعها المختلفة، والأعمال السابقة، والمنافع، والمخاطر المرتبطة بها. وبناءً على هذه النشاطات، تم إعداد سلسلة من ورش العمل التي ركزت على شرح عملية جمع المتطلبات التفصيلية، وشهدت مشاركة فاعلة من مختلف الجهات المعنية في كلّ من البنوك المركزية والتجارية.

وكان أول إنجاز ملحوظ تم تحقيقه في هذا المشروع هو التنفيذ الكامل لحالة الاستخدام الأولى في شهر إبريل ٢٠١٩م، تلتها مرحلة عمليات مدتها ٣ أشهر. في الوقت نفسه، تم تطوير حالات الاستخدام الثانية والثالثة في شهر يوليو ٢٠١٩م، تلتها مرحلة عمليات وتقييم بلغت مدتها أربعة أشهر.

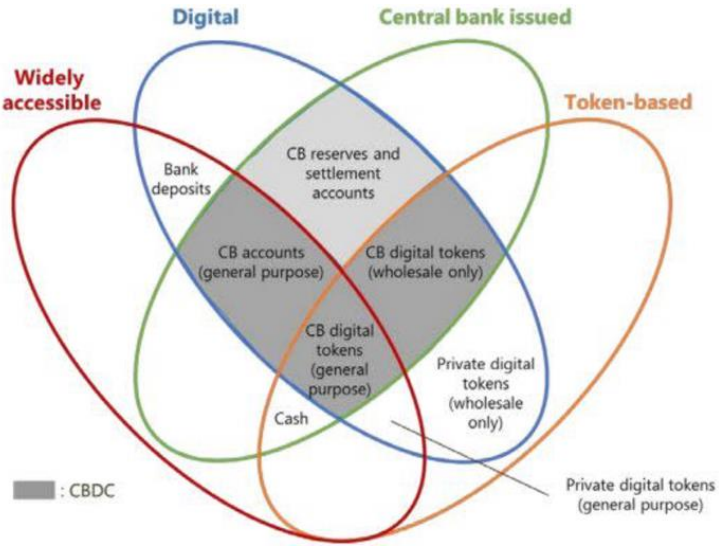
الفصل الثالث

التجارب السابقة المرتبطة بالعملة الرقمية المصدرة من قِبل البنوك المركزية

التقرير النهائي لمشروع عابر

تعريف العملة الرقمية للبنك المركزي

قبل استكشاف مشاريع العملة الرقمية للبنك المركزي المختلفة، من المهم أولاً تعريف مصطلح العملة الرقمية للبنك المركزي وشرح المقصود منه. ضمن سياق تصنيفه لمفهوم المال، أنشأ بنك التسويات الدولي إطاراً أو تصنيفاً للأموال قائماً على مُخطط (فين) ويُعرف بالعامية باسم "مُخطط الوردة" (بيك، ٢٠١٧م).



الشكل رقم ٤: مُخطط الوردة كما ورد في تقرير بنك التسويات الدولي حول عملات البنك المركزي المشفرة. المصدر: (بيك، ٢٠١٧م)

يصف مخطط الوردة أربع خصائص رئيسية للمال هي: الجهة التي تُصدره، وشكله، وإمكانية الوصول إليه، والتقنية التي يعتمد عليها.

تشير خاصية جهة الإصدار إلى الجهة المسؤولة عن إصدار الأموال. قد تكون هذه الجهة بنكاً مركزياً، أو إحدى جهات القطاع الخاص كالبنوك التجارية أو الشركات الخاصة، وذلك في حال ما إذا كانت العملة المستخدمة مشفرة أو ذات قيمة رمزية. أما العملة الرقمية للبنك المركزي فتُشير بالطبع إلى العملات التي يُصدرها البنك المركزي.

أما خاصية الشكل فتشير إلى الشكل الفعلي للمال الذي قد يكون مادياً كالنقد مثلاً، أو رقمياً كالحسابات الاحتياطية أو الودائع البنكية.

من جهة أخرى، تشير خاصية إمكانية الوصول إلى الأطراف المخولين للوصول إلى شكل معين من المال، وهذه الأشكال من المال مقسّمة إلى أنواع، فبعضها مُتاح فقط للبنوك المركزية وعدد معين من البنوك التجارية، أما البعض الآخر كالنقد أو الودائع البنكية، فمُتاح لعامة الناس على نطاق أوسع. والأمر ذاته ينطبق على العملة الرقمية للبنك المركزي، فبعض أنواع هذه العملة

مُتاح لعامة الناس وتُعرف بالعملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبيع بالتجزئة أو العملات الرقمية للبنك المركزي المُتاحة للعامة، وبعضها مُتاح فقط لأطراف معينة وتُعرف بالعملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك. تجدر الإشارة إلى أننا في مشروع عابر ركزنا على تطوير عملة رقمية للبنك المركزي لاستخدامها كأداة تسوية من قِبل البنوك التجارية المشاركة، ولن تكون مُتاحة لعامة الناس وستكون مخصصة فقط لمدفوعات البنوك.

أما الخاصية الأخيرة للمال فهي التقنية. تنقسم أشكال العملات الرقمية إلى عملات رقمية قائمة على الترميز وعملات رقمية قائمة على الحسابات. أما العملات الرقمية القائمة على الترميز فتصف المال كمجموعة من الرموز التي يحتفظ بها مالكها (وتكون مشابهة في كثير من الحالات للنقد الفعلي) ويمكن أن تكون في بعض الأحيان سندات لحاملها (وهي أيضاً مشابهة للنقد)، في حين أنه يتم في العملات الرقمية القائمة على الحسابات الاحتفاظ بأرصدة في حسابات مشابهة للحسابات المصرفية، وهذا يعني أنها لا تملك صفات مشابهة للنقد، بل تُشبه الحسابات المصرفية أكثر. تجدر الإشارة إلى أن العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للأفراد والشركات التي تسعى لمحاكاة النقد أو استبداله تميل إلى الاعتماد على النهج القائم على الترميز أو خليط من الترميز والحسابات، في حين أنه تميل العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك إلى الاعتماد على النهج القائم على الحسابات.

يُذكر أن عدداً من البنوك المركزية كانت قد أصدرت العديد من الدراسات؛ بهدف استكشاف مُختلف الجوانب العملية والنظرية لكلّ من العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للأفراد والشركات والبنوك. وبالرغم من الدور المهم الذي يمكن للعملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للأفراد والشركات تأديته، كبديل عن النقد في المجتمعات التي يشهد فيها استخدام النقد تراجعاً مثل السويد، إلّا أن هناك العديد من المخاطر الكبيرة المرتبطة بهذا الأمر، بحسب ما أفادت به العديد من البنوك المركزية، كتأثير إزالة الوسطاء من سلسلة التوريد على النظام المصرفي الناتج عن السماح لعامة الناس بالوصول إلى أموال البنك المركزي؛ الأمر الذي قد يؤدي إلى مخاطر مرتبطة بتسهيل عمليات "سحب الأموال من البنوك" في وقت يتعرض فيه النظام المصرفي للكثير من الضغوطات. لهذا؛ ركزت معظم البنوك المركزية على دراسة حالات استخدام العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك عوضاً عن ذلك.

الفوائد المحتملة

الفائدة الأولى المحتملة هي: أن العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك المعتمدة على تقنيات السجلات الموزعة قادرة على تحسين المرونة الهيكلية للبنية التحتية للمدفوعات في أي بلد؛ بفضل ميزة اللامركزية النسبية التي تتمتع بها هذه التقنية. يُذكر أن الأنظمة التقليدية عادة ما تكون عرضة لنقاط فشل واحدة، سواء على المستوى التقني أو التنظيمي، وهذا يعني أن فشل النظام أو تعطله قد يؤدي إلى آثار اقتصادية سلبية. أما تقنيات السجلات الموزعة فتعتمد على الأنظمة اللامركزية، ما يعني أن فشل نقطة واحدة لن يؤثر بشكل جوهري في البنية التحتية للمدفوعات في الدولة.

أما الفائدة الثانية فتتمثل في تعزيز المرونة، حيث تساهم العملة الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك المعتمدة على تقنية السجلات الموزعة في إدخال تحسينات على الجانب الأمني. ومن خلال استخدام العملات الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك كبديل احتياطي لأنظمة التسوية الإجمالية الآنية المستخدمة في بلدٍ ما على سبيل المثال، فإنه يمكن تعزيز مستوى الأمن الكلي لنظام المدفوعات في ذلك البلد. والسبب في ذلك أن تقنية السجلات الموزعة مختلفة بشكل جوهري عن باقي أنواع التقنيات. وهذا يعني أن مسارات الهجمات التي تُستخدم لتقويض النظام الأساسي لا يُمكن أن تُستخدم مرة أخرى لمهاجمة البديل الاحتياطي.

وتتمثل الفائدة الثالثة في إمكانية تصميم الحلول القائمة على تقنية السجلات الموزعة؛ لتسهيل عملية تهيئة المشاركين من غير البنوك كشركات التقنية المالية وغيرها من الجهات، وتقليل تكلفتها. كما ستساهم هذه الخطوة في دعم ضبط التعاملات في بلد معين من حيث تعزيز التنوع في طرق استخدام أنظمة الدفع فيه.

أما الفائدة الرابعة فتتمثل في الحاجة إلى حل مشكلة التسليم مقابل الدفع للأصول مع تبني سلسلة الكتل كأساس لعملية ترميز الأنواع المختلفة من الأوراق المالية أو الأصول كالسندات، رقمياً. وتعتبر القدرة على توفير مسارات دفع يمكن استخدامها في تنفيذ عملية المقايضة للأصول للعملة الرقمية للبنك المركزي بمنزلة فائدة كبيرة، خاصة مع تبنّي تقنية سلسلة الكتل على نطاق أوسع. وهذه الفائدة هي الأساس الذي تستند إليه بعض مشاريع البنك المركزي المنفذة مؤخراً، التي ركزت على هذه الجوانب من عملية التسليم مقابل الدفع وعملية الدفع مقابل الدفع.

تطور العملة الرقمية للبنك المركزي

قامت البنوك المركزية حول العالم بتقييم تقنيات السجلات الموزعة والعملة الرقمية للبنك المركزي؛ لاستخدامها في أنظمة مدفوعات الشراء بين البنوك، وتم تنفيذ عدد من تجارب إثبات جدوى والتي استفادت من خبرات بعضها البعض في هذا المجال. وفيما يلي مراحل تطور العملة الرقمية للبنك المركزي:

مرحلة الاستكشاف: تم تنفيذ تجارب مبكرة في الفترة بين عام ٢٠١٦م و٢٠١٧م؛ بهدف التعرّف أكثر على تقنيات السجلات الموزعة، وتعقيدها، ونموذج البرمجة الجديد الخاص بها. في تلك الفترة كانت تقنيات سلسلة الكتل للشركات لا تزال في بداياتها، لهذا ركزت العديد من هذه التجارب على تقنيات سلسلة الكتل العامة، وكانت حالات الاستخدام متمحورة حول عمليات نقل الأصول البسيطة. من جهة أخرى، تم تجاهل عدد من المخاوف، بما فيها تلك المرتبطة بضمانات الخصوصية والسلامة، والتركيز بشكل رئيسي على فهم الجوانب الفريدة لهذه التقنية وإمكانياتها.

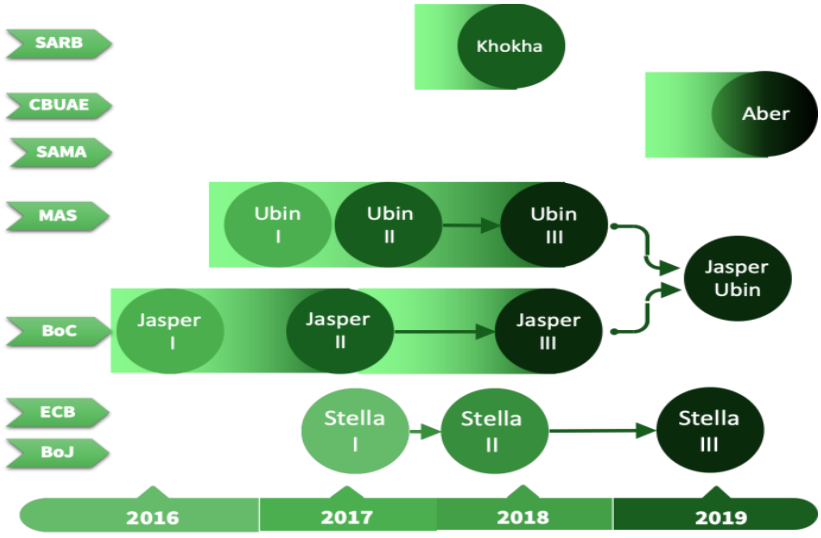
مرحلة التقييم: بدأت هذه المرحلة بعد أن أظهرت مجموعة من تقنيات السجلات الموزعة المصرح لها جاهزيتها للإنتاج، ما سمح للبنوك المركزية بدراسة التصاميم التي تطرقت إلى سمة الخصوصية والنهائية في المعمارية الموزعة. كما تم خلال هذه المرحلة دراسة أداء الشبكات وقابليتها للتوسع.

مرحلة وضع التصورات: في هذه المرحلة انتقلت حالات الاستخدام من أنظمة الدفع المحلية البسيطة إلى تلك التي أظهرت فيها تقنية سلسلة الكتل إمكانيات كبيرة مقارنة بالأنظمة التقليدية. من الأمثلة على حالات الاستخدام البارزة في هذه المرحلة: المدفوعات عبر الحدود، والتشغيل المتبادل بين السجلات الموزعة أو التقنيات المتعددة، والترميز الرقمي لأنواع متعددة من الأصول، وعمليات المقايضة.

مرحلة التسريع: مع وصول منصات تقنية السجلات الموزعة إلى مستوى الجاهزية المطلوب، وتنفيذ تجارب ناجحة في مجال العملة الرقمية للبنك المركزي بهدف جعل التقنية أكثر قابلية للاستخدام في القطاع المصرفي، بدأت البنوك المركزية بتنفيذ نشاطات مشتركة بالتعاون مع البنوك التجارية من أجل تعزيز الثقة بهذه التقنية والحصول على موافقة الجهات المعنية الرئيسية.

يُظهر الشكل رقم ٥ التسلسل الزمني لبعض أبرز التجارب التي أجريت حول العملة الرقمية للبنك المركزي على المستوى العالمي. ويُظهر التسلسل الزمني أيضاً كيف تمكنت المشاريع من الاستفادة من مساعي البنوك الأخرى والبنوك التابعة لها أيضاً. تجدر الإشارة إلى أنه تم تصنيف المشاريع باستخدام ألوان مختلفة، حيث تمثل درجات اللون الفاتح مرحلة الاستكشاف، في حين تمثل درجات اللون الغامق مرحلة التسريع. من خلال هذا الشكل، يتبين لنا بأن مشروع عابر يشتمل على مراحل التقييم، ووضع التصورات، والتسريع التي يقوم عليها مسار تطوّر العملة الرقمية للبنك المركزي.

من بين البنوك المركزية التي تتولى قيادة أجندة الابتكار في هذا المجال: بنك كندا، والبنك المركزي الأوروبي، وبنك اليابان، وسلطة النقد في سنغافورة، والبنك الاحتياطي لجنوب أفريقيا، والبنك المركزي السعودي، ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي.



الشكل رقم ٥: التسلسل الزمني لمشاريع العملة الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك

تجارب إثبات الجدوى التابعة للبنك المركزي: نظرة عامة

يقدم هذا القسم نظرة عامة عن أهداف ونتائج تجارب إثبات الجدوى التي أجرتها البنوك المركزية سابقاً، وتم الحصول على ملخص كل مشروع من التقرير الخاص به المذكور في هذا التقرير، حيث سيساعد هذا في تحديد سياق الدوافع والمبادئ الرئيسية التي يقوم عليها مشروع عابر.

مشروع جاسبر

هذا المشروع عبارة عن جهد تعاوني بين شركة المدفوعات الكندية، والمؤسسات المالية الأعضاء فيها، وبنك كندا، وغيرها من المؤسسات الأخرى المشاركة في المشروع.

يهدف المشروع إلى دراسة وفهم إمكانيات تقنية السجلات الموزعة وكيف يمكن أن تساهم في إحداث تحول جذري في مستقبل قطاع المدفوعات في كندا. يُذكر أن المشروع مقسم على ثلاث مراحل رئيسية، كما هو موضح أدناه:

مشروع جاسبر، المرحلة الأولى:

هدفت المرحلة الأولى من المشروع إلى إجراء تجارب على الإيصالات الرقمية الصادرة عن البنك المركزي الخاصة بالعملة المودعة؛ من أجل دعم التسوية على إحدى منصات تقنية السجلات الموزعة. يُذكر أن المرحلة الأولى كانت قد نُفذت على منصة إيثيريوم واعتمدت على بروتوكول "إثبات العمل"، الذي يعتبر أحد آليات الإجماع.

وقد تمكن البروتوكول المعتمد من تنفيذ المهمة المُحددة بنجاح ضمن بيئة غير إنتاجية، لكن تم الكشف عن وجود مخاوف متعلقة بالكفاءة ورصد عدد من الفجوات (بنك كندا، ٢٠١٧). فعلى سبيل المثال، لم تكن هناك معلومات واضحة عن مدى إنجاز المعاملة بشكل نهائي (بسبب استخدام بروتوكول إثبات العمل)، وتم الكشف عن وجود مخاطر تشغيلية، ولم تحظى بيانات خصوصية المشارك بالدعم المطلوب لأن المشاركين كانوا على اطلاع تام بالسجل التابع للبنك المركزي.

مشروع جاسبر، المرحلة الثانية:

تم إطلاق المرحلة الثانية من هذا المشروع في أواخر عام ٢٠١٦م (وصدر التقرير الخاص بذلك في شهر سبتمبر من عام ٢٠١٧م) بهدف تقييم قابلية التوسّع لتقنية السجلات الموزعة، ودرجة مرونتها من خلال اعتماد منصة تقنية بديلة وإضافة المزيد من المزايا والخصائص إلى أنظمة التسويات المالية الحالية بين البنوك. على هذا النحو، تم إعداد المرحلة الثانية من مشروع جاسبر استناداً إلى منصة تقنية السجلات الموزعة غير المتاحة للجمهور المعتمدة من شركة (أر٣) تُعرف باسم "منصة كوردا" (شركة أر٣، ٢٠١٩م). تستخدم هذه المنصة "نقاط ربط موثّقة" (أي توثق البيانات) كنموذج إجماع بديل عن بروتوكول إثبات العمل المستخدم في المرحلة الأولى من المشروع. كما دعم هذا الحلّ آلية توفير السيولة باستخدام نظام انتظار مركزي يعمل على تسوية مجموعات من المدفوعات المدرجة في نظام الانتظار على أساس القيمة الصافية، حيث إن هذه الخطوة تعزّز كفاءة التمويل وتسمح بتدفق المدفوعات بسلاسة خلال اليوم الواحد. تجدر الإشارة إلى أن المرحلة الثانية من المشروع نجحت في إتمام الوظائف المطلوبة، كوظيفة خصوصية المستخدم، والمعالجة، والمعاملات كبيرة الحجم ضمن فترة زمنية مقبولة. من جهة أخرى، لم يتم إتمام جانب المرونة التشغيلية للمنصة بشكل كامل؛ بسبب بعض النشاطات المطلوبة التي يجب تنفيذها من قِبل نقطة الربط الموثّقة المركزية، ما قد يخلق نقطة فشل واحدة.

مشروع جاسبر، المرحلة الثالثة:

هدفت المرحلة الثالثة من المشروع إلى التحقق من قدرة تقنية السجلات الموزعة على إحداث تحوّل جذري في أنظمة تسوية المدفوعات والأوراق المالية في كندا. وسعت تجربة إثبات الجدوى إلى توفير آلية التسليم مقابل الدفع عن طريق دمج الأوراق المالية مع الدفاتر النقدية. وكما هو الحال في المرحلة السابقة، تم إعداد تجربة إثبات الفكرة استناداً إلى منصة كوردا المعتمدة من شركة أر٣. وتتلخص النتيجة في أنه تم تنفيذ عملية تسوية المدفوعات والأوراق المالية بنجاح وتوثيقها باستخدام تقنية السجلات الموزعة، لكن لم يكن بالإمكان تحديد مقدار الكفاءة التي تم تحقيقها والتكاليف التي تم توفيرها نتيجة استخدام تقنية السجلات الموزعة في هذه التجربة؛ نظراً لضرورة اعتبار تنفيذ التجربة على نطاق أوسع (بنك كندا، ٢٠١٨م).

مشروع ستيلا

في شهر ديسمبر من عام ٢٠١٦م، قام بنك اليابان والبنك المركزي الأوروبي بالإعلان عن مشروع ستيلا المشترك، وهو مشروع بحثي يهدف إلى دراسة وفهم آلية استخدام تقنية السجلات الموزعة كأساس للبنية التحتية للأسواق المالية. وقد مرّ مشروع ستيلا حتى الآن بثلاث مراحل تم إنجازها في شهر سبتمبر ٢٠١٧م، ومارس ٢٠١٨م، ويونيو ٢٠١٩م.

مشروع ستيلا، المرحلة الأولى:

هدفت المرحلة الأولى من هذا المشروع إلى تحديد ما إذا كان بمقدور تقنية السجلات الموزعة إدارة آليات توفير السيولة في بنك اليابان وأنظمة التسوية الإجمالية الآنية في البنك المركزي الأوروبي بكفاءة وأمان. تم إنشاء هذا المشروع استناداً إلى منصة هايبر ليدجر (HLF، ٢٠١٩م) ونُفّذ نوعان من العقود الذكية، حيث لم يشتمل النوع الأول على مزايا انتظار أو تعويض، في حين أنه ق اشتمل النوع الثاني على آلية توفير سيولة بناءً على إدراج أنظمة التسوية الإجمالية الآنية في نظام انتظار وتعويض من أجل معالجة المدفوعات. بناءً على هذه النتائج، أكّد المشروع أن تقنية السجلات الموزعة يمكن أن تلبي احتياجات السلامة والأداء المطلوبة. من جهة أخرى، تبين أن مستوى أداء النظام واجه تدنٍّ عندما تجاوز عدد الطلبات متوسط مستوى الحركة. وعلى الرغم من أن المشروع تمكن من تلبية بعض الخصائص الوظيفية، إلّا أن تقنية السجلات الموزعة لم تصل إلى مستوى الجاهزية الذي يخولها بتشغيل أنظمة على نطاق واسع، مثل أنظمة التسوية الإجمالية الآنية؛ نظراً للقيود غير الوظيفية المفروضة على جانبي الأداء والتوسّع (البنك المركزي الأوروبي، وبنك اليابان، ٢٠١٧م).

مشروع ستيلا، المرحلة الثانية:

هدفت المرحلة الثانية من المشروع إلى دراسة آلية التسليم مقابل الدفع المستخدمة في تسوية الأوراق المالية، وكيف يمكن لعملية تسليم الأوراق المالية مقابل المدفوعات النقدية أن تُصمم وتُنفذ من الناحية النظرية باستخدام تقنية السجلات الموزعة.

وتم إنشاء نماذج تجريبية باستخدام ثلاث من منصات تقنية السجلات الموزعة هي: كوردا المعتمدة من شركة أر٣، وإيليمنتس، وهايبر ليدجر فابريك. نجحت المرحلة الثانية من هذا المشروع في تنفيذ آلية التسليم مقابل الدفع باستخدام منصات تقنية السجلات الموزعة، لكن لا تزال هناك حاجة إلى إجراء المزيد من الدراسات حول جوانب السلامة، والكفاءة، والجوانب القانونية (البنك المركزي الأوروبي، وبنك اليابان، ٢٠١٨م).

مشروع ستيلا، المرحلة الثالثة:

سعت المرحلة الثالثة من المشروع إلى التحقق من إمكانية إدخال تحسينات على أنظمة الدفع عبر الحدود من حيث قابلية التشغيل المتبادل، والكفاءة، والسلامة باستخدام تقنية السجلات الموزعة. وضمن هذا السياق، سعى القائمون على المشروع لدراسة بروتوكول إنترليدجر للمدفوعات (ثوماس، ٢٠١٥م) المتخصص بمزامنة المدفوعات بين الأنواع المختلفة من السجلات الموزعة (سجل مركزي وسجل موزع، وسجلات موزعة وسجلات مركزية). كما تم استخدام بروتوكول هايبر ليدجر فابريك في هذه المرحلة أيضاً. وخلص القائمون على المشروع إلى أن استخدام نظام المدفوعات المتزامنة وحجز الأموال في سلسلة مدفوعات يمكن أن يساهم بالفعل في تحسين مستوى الأمان في معاملات الدفع عبر الحدود. مع ذلك، يجب دراسة الجوانب القانونية، وتحليل التكلفة والفائدة، ومستوى جاهزية التقنية قبل تبني نظام المدفوعات عبر الحدود الجديد هذا (البنك المركزي الأوروبي، وبنك اليابان، ٢٠١٩م).

مشروع أوبين

في أواخر عام ٢٠١٦م، قامت سلطة النقد في سنغافورة بإطلاق مشروع أُطلق عليه اسم "مشروع أوبين" بالتعاون مع المؤسسات المالية ومزودي حلول التقنية؛ بهدف البحث في إمكانية استخدام تقنية السجلات الموزعة لإجراء عمليات مقاصة وتسوية الدفعات والأوراق المالية.

مشروع أوبين، المرحلة الأولى:

هدفت المرحلة الأولى من المشروع إلى دراسة جدوى استخدام عملة رقمية صادرة عن البنك المركزي لإدارة المدفوعات بين البنوك. ضمن هذا المشروع، تم ترميز الصيغة الرقمية لعملة الدولار السنغافوري، مدعومة بأموال البنك المركزي، باستخدام

سجل موزع قائم على منصة إيثيريوم (تقرير سلطة النقد في سنغافورة، مارس ٢٠١٧م). وأثبت المشروع أن عملية ترميز العملة باستخدام تقنية السجلات الموزعة تتمتع بجدوى فنية.

مشروع أوبين، المرحلة الثانية:

تم إطلاق المرحلة الثانية من المشروع في شهر يوليو ٢٠١٧م؛ بهدف دراسة الآثار المحتملة لاستخدام تقنية السجلات الموزعة على بعض وظائف أنظمة التسوية الإجمالية الآنية. وفيما يلي شرح للوظائف الرئيسية التي يجب على تقنية السجلات الموزعة أخذها بعين الاعتبار؛ لكي يتم اعتمادها كبديل مُجدٍ لأنظمة التسوية الإجمالية الآنية أو للمجموعات الفرعية من وظائف أنظمة التسوية الإجمالية الآنية:

- رقمنة المدفوعات.
- المعالجة اللامركزية.
- خصوصية المعاملات.
- التسوية النهائية.
- آليات توفير السيولة.

تم تقييم ثلاث من منصات تقنية السجلات الموزعة في الوقت نفسه وهي: كوردا من شركة أر٣، وهايبر ليدجر فابريك، وكوروم (وهي نسخة خاصة من بروتوكول إيثيريوم أنشأتها شركة جيه بي مورغان). وتم تصميم الحلول بناءً على المنصات الثلاث، وتخصيص مجموعة مشتركة من الوظائف لها؛ بهدف إجراء عملية تقييم موضوعية (غير كمية) لكل واحدة من التقنيات الثلاث وقدرتها على تلبية متطلبات المبادرة ككل.

وخلصت النتائج إلى أن الحلّ المستند إلى منصة كوردا يعاني من بعض القيود على الخصوصية (كما هو مذكور في قسم النتائج في تقرير سلطة النقد في سنغافورة، ٢٠١٧م). من جهة أخرى، اشتمل الحلّ القائم على منصة هايبر ليدجر فابريك على مزايا خصوصية جيدة، واعتمدت كل من منصة هايبر ليدجر وكوردا على بعض الخدمات المركزية لضمان صحة وسلامة النظام، في حين أنه استخدم النهج المستند إلى منصة كوروم تقنيات برهان المعرفة الصفرية في موضوع الخصوصية لكنه عانى من مستويات تأخير مرتفعة (تقرير سلطة النقد في سنغافورة، ٢٠١٧م) مقارنة بمنصتي كوردا وفابريك.

جاسبر - أوبين

تعاون بنك كندا وسلطة النقد في سنغافورة معاً على مشروع جاسبر أوبين وأعلنا عن نتائجه في شهر مايو ٢٠١٩م (بنك كندا، سلطة النقد في سنغافورة، ٢٠١٩م). الهدف الرئيسي من هذا المشروع هو إجراء تجارب حول استخدام تقنية السجلات الموزعة في إدارة المدفوعات عالية القيمة عبر الحدود. حيث استخدم القائمون على المشروع شبكات تقنية سجلات موزعة مختلفة في مناطق ذات اختصاص قضائي مختلفة دون إشراك جهة واحدة موثوقة؛ بغرض زيادة الكفاءة والحد من المخاطر المرتبطة بالمدفوعات عبر الحدود. يُذكر أن حالة الاستخدام أنشأت حل مدفوعات عبر الحدود بين كندا وسنغافورة اشتمل على بروتوكولات تقنية السجلات الموزعة للعملة المشتركة (الدولار الكندي والدولار السنغافوري) والمنصة المشتركة (منصة كوردا لكندا ومنصة كوروم لسنغافورة) لتنفيذ المعاملات. كما استخدموا تقنية تعرف بعقود الهاش لوك (Hashlock) والتايم لوك (Timelock)المشروطة لربط شبكتين معاً والسماح بإجراء التسوية باستخدام آلية الدفع مقابل الدفع دون إشراك طرف ثالث موثوق كوسيط في التسوية. وتمثلت النتائج في أن المشروع نجح في تحقيق الهدف المرجو، حيث مكن من إنجاز المعاملات بين شبكتي تقنية السجلات الموزعة المختلفتين، وهي شبكة كوروم في سنغافورة وشبكة كوردا في كندا، باستخدام تقنية عقود الهاش لوك(Hashlock) والتايم لوك (Timelock)المشروطة. من جهة أخرى، لا بد من الإشارة إلى أن هذا الحل خاضع لنقطة فشل واحدة؛ نظراً لمشاركة الوسطاء في جميع المعاملات، وقد يتطلب هذا الأمر إجراء المزيد من الدراسة حول استخدام عقود الهاش لوك (Hashlock) والتايم لوك (Timelock)المشروطة في أكثر من شبكتين.

مشروع كوكا

في أواخر عام ٢٠١٧م، قام البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا بإطلاق مشروع بالتعاون مع سبعة من البنوك، ومزودي خدمات التقنية والخدمات الاستشارية في جنوب إفريقيا؛ بهدف إجراء دراسة حول استخدام تقنية السجلات الموزعة في عمليات التسوية بين البنوك العاملة في جنوب إفريقيا.

وفي أوائل عام ٢٠١٨م، أطلق البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا مشروع كوكا؛ بهدف إجراء محاكاة "واقعية" لتجربة استخدام نظام مقاصة وتسوية بين البنوك قائم على تقنية السجلات الموزعة استناداً إلى إطار التسوية الإجمالية الآنية لجنوب إفريقيا. وسعى المشروع لتقييم وظائف حلّ تقنية السجلات الموزعة التالية وهي: الأداء، وقابلية التوسّع، والخصوصية، والمرونة، والإنجاز النهائي. وبينما ركّزت مشاريع البنوك المركزية الأخرى بشكل رئيسي على الجوانب الوظيفية لنظام الدفع أو العملات القائم على تقنية السجلات الموزعة، ركّز مشروع كوكا على إثبات قدرة تقنية السجلات الموزعة على تلبية المتطلبات غير الوظيفية، على رأسها الحجم والأداء. وقد قرر البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا استخدام كوروم كمنصة تقنية للسجلات الموزعة من أجل إعداد المشروع، حيث أكدت نتائج مشروع كوكا أن منصة كوروم نجحت في تحقيق مستوى الأداء المطلوب، بل وتجاوزت معايير الأداء في بعض الحالات. إضافة إلى ذلك، تمكن المشروع من الحفاظ على سرية وخصوصية المعاملات التي تمت بين البنوك التجارية. يُذكر أن بعض المجالات لم تخضع للتقييم، كالمخاطر المرتبطة بسلامة الشبكة، وأمنها، ومدى توافرها، بالإضافة إلى الجوانب القانونية والتنظيمية ذات العلاقة، وهي مجالات يجب إخضاعها للمزيد من التقييم قبل اعتماد نظام كهذا، بحسب ما أفاد به التقرير (البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا، ٢٠١٨م).

الملخص

يلخّص الشكل رقم ٦ مجالات التركيز ومنصات التقنية الخاصة بمشاريع العملة الرقمية للبنك المركزي المتقدمة، ويوفر السياق المناسب لمشروع عابر بالنسبة إلى ما سبقه من مشاريع ذات صلة.

يُذكر أن التركيز على المال الفعلي والتنفيذ المشترك لمرحلة العمليات بين المشاركين في الشبكة ومزودي خدمات التقنية شكّل خطوة كبيرة في الجهود الرامية إلى تعجيل استخدام العملة الرقمية للبنك المركزي في إدارة المدفوعات بين البنوك. وبالرغم من أن البنوك المركزية الأخرى كانت قد تطرقت إلى فكرة المدفوعات عبر الحدود سابقاً، إلّا أن ما يميز مشروع عابر هو تركيزه على موضوع العملة الرقمية المشتركة الصادرة بشكل ثنائي، واستخدامه لأموال فعلية.

	Functional				Non-functional				DLT Platform			
	B2B Pay	Cross Border	LSM	DvP	Scale	Safety & Privacy	Real Money	DevOps	HLF	Corda	Quorum	Others
Jasper Ph	✓ 1	✓ J-U	✓ 2	✓ 3	✓ 2	✓ 2				✓ 2,3,J-U		✓ 1
Stella Ph	✓ 1	✓ 3	✓ 1	✓ 2	✓ 1	✓ 1			✓ 1,2,3	✓ 2		✓ 2
Ubin Ph	✓ 1	✓ J-U	✓ 1	✓ 3	✓ 2	✓ 2			✓ 2	✓ 2	✓ 2,J-U	✓ 1
Aber	✓	✓ Single Digital Currency	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓ Considered during DLT assessment	✓	✓

الشكل رقم ٦: مجالات التركيز ومنصات التقنية الخاصة بمشاريع العملة الرقمية للبنك المركزي.
(تم تخصيص الأرقام ١، و٢، و٣ لوصف مراحل المشروع، في حين أنه يُشير الحرف J وU إلى مشروع جاسبر-أوبين المشترك)

الفصل الرابع

مشروع عابر: متطلبات الأعمال

التقرير النهائي لمشروع عابر

دورة حياة العملة الرقمية

يُظهر الشكل رقم ٧ دورة حياة العملة الرقمية ابتداءً من مرحلة إصدارها حتى إتلافها. وفيما يلي شرح لدورة الحياة المعتادة للعملة الرقمية:

١. يقوم البنك A بالتعهد بتوفير ضمان نقدي في حسابه لدى البنك المركزي.
٢. يقوم البنك المركزي بتحويل الضمان النقدي من أجل إصدار عملة رقمية جديدة.
٣. يقوم البنك المركزي بعدها بتوفير العملة الجديدة في حساب البنك A المدرج في السجل.
٤. يقوم البنك A بنقل العملة الجديدة إلى حساب يملكه طرف مقابل، بنك B في السجل.
٥. بعد ذلك يقوم البنك B باستلام الضمان النقدي مقابل تسليم العملة عن طريق البنك المركزي الذي يرتبط به ذلك الطرف.
٦. بعدها يقوم البنك المركزي بإتلاف العملة الرقمية التي استخدمت لإتمام هذه المعاملة.

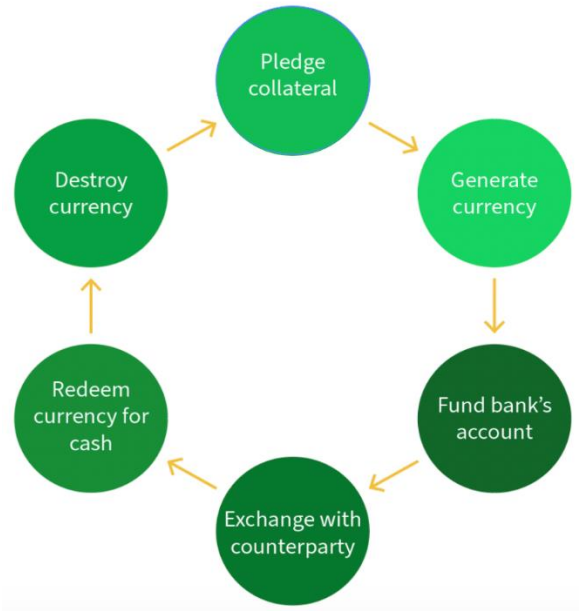
تنطبق هذه الدورة على جميع العملات الرقمية، ويمكن تكرار الخطوة الرابعة حسب الحاجة في أثناء تبادل المشاركين للعملة الرقمية. في النهاية، يتم إتلاف العملة الرقمية الصادرة بناءً على طلب استرداد يقوم من خلاله البنك المركزي بتحويل العملة إلى نقد مرة أخرى وإيداعها في حساب البنك التجاري.

متطلبات الأعمال

تنطبق متطلبات الأعمال على خطوة واحدة أو أكثر في دورة حياة العملة الرقمية:

١. ينبغي تبني مبدأ اللامركزية في النظام إلى أقصى حد ممكن: يجب أن يسمح النظام للبنوك التجارية بتسوية الحسابات التجارية مع بعضها البعض حتى في الحالات التي يكون فيها البنك المركزي غير متاح أو غير متصل بالشبكة. لن تكون المهام التي تعتبر من صميم مهام البنك المركزي، مثل أعمال الإصدار والتعهد والاسترداد، متاحة ولكن المهام الأساسية المرتبطة بالتسويات المحلية وتسويات عبر الحدود يجب أن تكون متاحة بشكل مستمر. يجب أن تكون الأطراف المقابلة في معاملات الدفع متصلة إلكترونياً بالشبكة لتسوية المدفوعات. ويرجع السبب الكامن وراء ذلك إلى ضرورة تمكين النظام من تقديم مستوى أعلى من المرونة الهيكلية مقارنةً بالأنظمة المركزية التقليدية التي تعتمد على توفر الخدمات المركزية، مما يؤدي إلى تجنب حالات نقطة الفشل الواحدة.

تنطبق على: التحويل (الخطوة الرابعة)



الشكل رقم ٧: دورة حياة العملة الرقمية

٢. يجب ربط العملة: بالنظر إلى أن كلّ من الريال السعودي والدرهم الإماراتي عملات مرتبطة بسعر صرف ثابت، فإنه سيتم ربط العملة الرقمية التي ستكون قابلة للصرف في إطار المشروع.

تنطبق على: الإصدار والاسترداد (الخطوتان الثانية والخامسة)

٣. يجب أن يكون سعر صرف أو سعر تحويل العملة الورقية إلى العملة الرقمية ثابتاً: يجب أن يكون السعر الذي سيستلم به البنك التجاري العملة الجديدة ثابتاً طوال مدة المشروع، وهو افتراض معقول نظراً لارتباط كلّ من الريال السعودي والدرهم الإماراتي.

تنطبق على: التعهد، والإصدار، والاسترداد، والإتلاف (الخطوات الأولى والثانية والخامسة والسادسة)

٤. تستخدم العملة نفسها لأغراض الاستخدام المحلي وعبر الحدود: تكون العملة الرقمية نفسها قابلة للصرف والاسترداد سواء للمعاملات المحلية أو معاملات عبر الحدود، وهذا يزيد من فائدة العملة كوسيلة للصرف.

تنطبق على: التحويل، والاسترداد، والإتلاف (الخطوات الرابعة والخامسة والسادسة)

٥. يجب أن يكون للبنوك المركزية اطلاع كامل على المعروض النقدي: يتمكن كل بنك مركزي من الاطلاع على إجمالي المبلغ الصادر والمحرر من جانب البنك المركزي الآخر. يصدر كل بنك عملة يمكن استخدامها / استردادها في دوائر اختصاصات

أخرى، مما يمثل مسؤولية محتملة تُوكل لكلا البنكين. لذلك من المهم أن يكون كلا البنكين المركزيين على دراية بكافة العملات الرقمية الصادرة في الشبكة.

تنطبق على: الاعتماد المالي (الخطوة الثالثة)

٦. يُسمح للبنوك المركزية فقط بإصدار العملة: وذلك للتأكد من أن جميع العملات الرقمية المستخدمة في النظام مدعومة من جانب البنوك المركزية، ويمكن استخدامها لتحل محل المدفوعات الورقية فيما بين البنوك.

تنطبق على: التعهد، والإصدار (الخطوتان الأولى والثانية)

٧. المرونة في توفير السيولة: يجب أن يكون النظام مرناً ليتكيف ويتلاءم مع الحالات التي تنطوي على تقديم المعاملات مع عدم توفر سيولة كافية في النظام للوفاء بها في تلك المرحلة. يجب أن يشتمل النظام على خوارزميات مناسبة لحل هذه المشكلة بطريقة لامركزية، مثل المعاوضة متعددة الأطراف أو غيرها من آليات توفير السيولة.

تنطبق على: التحويل (الخطوة الرابعة)

٨. العملة الصادرة عبر الحدود: تظل العملة الصادرة من بنك مركزي مسؤولية البنك المصدر لها، وذلك بصرف النظر عن اختصاص الاسترداد. لذلك يجب أن يدعم الحل التسوية بين البنوك المركزية عند استرداد العملة الصادرة عبر الحدود. التعامل مع العملة بصفتها مطالبة على البنك المركزي المصدر لها يبسط إدارة المخاطر المرتبطة بالتأثيرات عبر الحدود المترتبة على المعروض النقدي.

تنطبق على: الاسترداد، والإتلاف (الخطوتان الخامسة والسادسة)

المتطلبات غير الوظيفية

الأمن والخصوصية

يجب أن يدعم الحل تقنيات وحدة أمان الأجهزة لحماية بيئة حفظ وتخزين رموز التشفير.

- يجب أن يدعم الحل منح أذونات تقنية "سلسلة الكتل" القائمة على البنية التحتية لرموز التشفير العامة: يقتصر الوصول إلى الشبكة على المسؤولين الذين يحملون هويات صادرة عن سلطة تصديق معتمدة واحدة أو أكثر.
- أمن الاتصالات: يجب تشفير الرسائل المتبادلة بين النظراء المستخدمين لتقنية "سلسلة الكتل" باستخدام تقنية التشفير على مستوى النقل.
- يجب أن يحدد الحل مرحلة معينة يمكن بعدها اعتبار التسوية نهائية وغير قابلة للإلغاء.

- ينبغي أن يكون الحل قادراً على توفير الأمان ضد أنواع الهجمات التي يشار إليها عموماً باسم "الإنفاق المزدوج"، كما يجب أن يتمتع بالمرونة ضد أي نوع آخر من وسائل التزوير والتستر وعدم التنصل والإنكار.
- يمكن للأطراف المعنية فقط الاطلاع على المعاملات والأرصدة: تطلع البنوك التجارية على المعاملات التي تكون طرفاً فيها، مع عدم منحها الحق في الاطلاع على المعاملات الأخرى في الشبكة، حيث لا تمنح الحق في معرفة أرصدة حسابات البنوك التجارية الأخرى. من ناحية أخرى، لا تمنح البنوك المركزية الحق في الاطلاع على المعاملات المحلية وأرصدة السجلات المرتبطة بدائرة اختصاص أخرى. يمكن الاطلاع على المزيد بخصوص هذا الاشتراط في قسم "اعتبارات التصميم الرئيسية".

القابلية للتدقيق

- يجب ربط كمية العملات الرقمية بالبنك المركزي الذي أصدرها، ويجب أن تُنسب العملة الرقمية إلى البنك المركزي الذي تصدر عنه. كما يجب أن تكون الجهة التي أصدرت العملة، في أي مرحلة من مراحل دورة حياة العملة، معروفة بصورة واضحة. يُمنح كل بنك مركزي الحق في الاطلاع على المبلغ الحالي للعملة حسب الجهة المصدرة لها في النظام بصورة مباشرة أولاً بأول، إلى جانب الحق في معرفة الجهة التي أصدرت العملة الرقمية ومصدر الحصول على أموال الاسترداد عند تقديم عرض استرداد من جانب بنك تجاري. يجب أن تتمتع البنوك المركزية بحق الاطلاع الكامل على أي نشاط نقدي يتعلق بأي بنك يعمل ضمن نطاق الاختصاص القضائي الذي تعمل فيه هذه البنوك، ويشمل هذا المعاملات المحلية والمعاملات عبر الحدود. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتمتع البنك المركزي بحق الاطلاع الكامل على أرصدة حسابات البنوك ضمن نطاق الاختصاص الذي يعمل فيه.

القابلية للتوسع

- يجب أن يتمتع النظام بالقدرة على دعم عدد كبير من المشاركين في الشبكة. وبينما شمل الإصدار التجريبي ثمانية مشاركين فقط، ينبغي للحل نفسه أن يكون قادراً على التوسع لدعم عدد كبير من البنوك (على سبيل المثال ٥٠-١٠٠ بنك تجاري وما يصل إلى ستة بنوك مركزية). كما ينبغي للبنية الهيكلية أن تكون قادرة على زيادة عدد نقاط الربط على الشبكة أفقياً.

الفصل الخامس

مبادئ التصميم الرئيسية

التقرير النهائي لمشروع عابر

قبل مرحلة تطوير المشروع، أجريت سلسلة من المناقشات بين فريقي الأعمال وتقنية المعلومات لدى الجهات المعنية لتحديد مجموعة من المبادئ التي ستوجه المراحل المتتالية للمشروع، والحدّ من المخاطر، وضمان تركيز المشروع على الجوانب المهمة في سياق الأهداف التي وضعتها البنوك المركزية.

الحدّ من أثر الأعمال على الأنظمة الحالية القائمة

يجب الحدّ من الأثر المترتب على أنظمة الإنتاج والعمليات إلى أقصى حد ممكن.

في إطار المرحلة التجريبية للنظام التي تضمنت تبادل قيمة حقيقية، تم رصد خطر مبكر يتعلق بحدوث تعطيلات وتأخيرات محتملة قد تنجم عن إحداث تغييرات في الأنظمة أو العمليات الحالية. بناءً على ذلك، وعلى الرغم من أهمية تفاعل النظام بطريقة ما مع الأنظمة القائمة، مثل التسوية الإجمالية الآنية في الأنظمة المصرفية الأساسية المعمول بها في البنكين المركزيين والبنوك التجارية، فقد كان من المهم أيضاً ألّا تتطلب عمليات الدمج أو التفاعل هذه إحداث أي تغيير على هذه الأنظمة. لذا تمثّلت الغاية من مبدأ التصميم الرئيسي في التأكد من عدم فرض أي متطلبات من شأنها أن تحدث تغييرات على الأنظمة الحالية، أو يترتب عليها مخاطر تحتم على الأطراف المسؤولة عن هذه الأنظمة التعامل معها. هذا يعني أنه بينما سيتم إنشاء واجهات برمجة التطبيقات وإتاحتها لتنفيذ عمليات الدمج الاختيارية على مستوى النظام، يجب توفير واجهة مستخدم تسمح للمشاركين من البنوك المختلفة بالتفاعل مع النظام، مما يؤدي إلى الحدّ من الحاجة إلى إحداث أي تغييرات ملموسة في العمليات أو إدخال أي تعديلات جوهرية على النظام.

تبني مبدأ اللامركزية مع مراعاة معايير الأمان

يجب أن يركز النظام على درجة أعلى من اللامركزية تفوق المتبع حاليًا في البنية التحتية القائمة للمدفوعات في البلدين.

يتمثل أحد مبادئ التصميم الرئيسية في ألّا يقتصر النظام على اعتماد "نموذج الأعمال" الحالي القائم على تقنية السجلات الموزعة، بل يجب أن يسعى للاستفادة من إمكانيات تقنية السجلات الموزعة للسماح باستخدام معماريات فنية وتجارية تتمتع بنطاق توزيع أكبر، ويجب أن يسعى إلى تحقيق أعلى درجات اللامركزية مع ضمان استيفاء متطلبات الخصوصية والأمان والأداء وغيرها من المتطلبات. ونظراً لأن الأنظمة الحالية معرضة لنقطة الفشل الواحدة بسبب المركزية، يجب على شبكة عابر أن تكون مرنة للاستجابة لنقاط الفشل الواحدة هذه، وأن تتيح تنفيذ المعاملات دون طلب الحصول على الدعم المباشر من البنوك المركزية أو إشراكها في ذلك. ونظراً لأن بعض الوظائف، مثل إصدار العملات واستردادها، تتطلب ضمنياً مشاركة البنوك المركزية، يجب تصميم النظام بحيث يسمح للبنوك التجارية بالاستمرار في تنفيذ المعاملات في حال ما إذا كان البنك المركزي غير متاح. وهذا من شأنه أن يدخل تحسينات كبيرة على النظام الجديد مقارنةً بالأنظمة الحالية، ويسمح بالاستفادة بشكل كامل من الخصائص الفريدة لتقنية السجلات الموزعة. في الوقت نفسه، من المهم عدم المساس بمتطلبات الخصوصية والأمان ونهائية المعاملات نتيجةً لتبني مبدأ التصميم هذا.

تصميم قابل للتوسع

يجب تصميم النظام مع مراعاة إمكانية التوسع والتطبيق مستقبلاً. ومن المهم التركيز على تصميم النظام في المرحلة التجريبية بطريقة تسمح له بالتوسع والانتقال إلى مرحلة التشغيل الفعلي أو تطبيقه على نطاق واسع.

أولاً: يجب أن يكون النظام قادراً على التوسع لاستيعاب كمّ المعاملات المحتملة التي ينطوي عليها التطبيق على نطاق واسع. لا ينبغي للنظام أن يتطلب إعادة تصميم معماريته أو إدخال تغييرات جذرية عليها من أجل تحقيق ذلك.

ثانياً: يجب تصميم النظام بطريقة يمكن من خلالها إضافة مشاركين آخرين في المستقبل دون الحاجة إلى إعادة تصميمه أو إدخال تغييرات جذرية عليه. يُذكر أن هؤلاء المشاركين الجدد قد يكونوا بنوكاً تجارية جديدة تضاف إلى مناطق الاختصاص القضائي الحالية، أو بنوكاً تجارية حالية تُضاف إلى مناطق اختصاص قضائي جديدة. كما يشمل هذا البنوك المركزية الجديدة التي تتم إضافتها.

ثالثاً: توضع افتراضات لأغراض المرحلة التجريبية للنظام، مثل استخدام أسعار ثابتة لصرف العملات للتحويل فيما بين العملة الرقمية والدرهم الإماراتي والريال السعودي. يجب إدراج هذه الافتراضات في النظام بطريقة يمكن تغييرها مستقبلاً دون الحاجة إلى إعادة التصميم بصورة كاملة.

رابعاً: ستكون حالات الاستخدام المستقبلية هي ذاتها حالات الاستخدام المحلي التي تستخدم أنظمة التسوية الإجمالية الآنية، وحالات الاستخدام عبر الحدود أو مجموعة فرعية منها؛ لذلك من المهم أن يكون النظام قادراً على استيعابها مستقبلاً، مثل تمكين استخدام صيغ المراسلات عبر شبكة سويفت أو ما شابهها.

خامساً: من المعروف أن دوائر الاختصاص المختلفة تعتمد سياسات وممارسات اقتصادية مختلفة فيما يتعلق بالبنوك المركزية وبنوكها التجارية، ومن أهمها دفع الفوائد على ودائع اليوم الواحد للبنوك التجارية لدى البنك المركزي. على سبيل المثال، في حالة دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية، قد يدفع البنك المركزي السعودي الفائدة بينما قد لا يدفعها مصرف دولة الإمارات العربية المتحدة. قد لا يعالج النظام هذه الاختلافات في الوقت الحالي، ولكن يجب أن يكون قادراً على استيعاب ذلك مستقبلاً، ولا سيما فيما يتعلق بحساب الفائدة ودفعها.

التشجيع على استخدام العملة الرقمية

يجب أن تدعم قرارات التصميم الأولوية استفادة البنوك التجارية من العملة الرقمية. عند تصميم النظام، ينبغي إيلاء الاهتمام ومنح الأولوية للمتطلبات التي من شأنها تحقيق الاستفادة القصوى من فوائد النظام ومزاياه بالنسبة إلى لبنوك التجارية، بمعنى أنه يجب أن يقدم لهم قيمة تتجاوز القيمة التي توفرها لها حالياً أنظمة الدفع القائمة والأساليب التقليدية للمدفوعات عبر الحدود، مثل نظام البنوك المراسلة. تمت صياغة العديد من المتطلبات بناءً على ذلك، مثل استخدام العملة نفسها للمعاملات المحلية والمعاملات بين البلدين، أو السماح بإدراج البيانات الوصفية، أو إدخال آليات توفير السيولة. ومن خلال المناقشات الدائرة مع البنوك التجارية، تم تحديد قيمة إضافية يمكن أن يقدمها النظام في حال توسيع نطاقه، كأن يستخدم كأساس للتمويل التجاري (أي خطابات الاعتماد) بين البلدين.

تصميم آمن يضمن الخصوصية

يجب تصميم النظام بمستويات مكافئة من الخصوصية لما هو متبع في الوقت الحالي. يتمتع البنك المركزي في النظام التقليدي بالحق في الاطلاع على جميع حسابات البنوك التجارية التي لديه، ولكن لا يتمتع كل بنك تجاري بالحق في الاطلاع على أرصدة الأطراف المقابلة. يقوم مبدأ التصميم على عدم إطلاع البنوك التجارية على أرصدة البنوك الأخرى، والمبدأ نفسه ينطبق على البنك المركزي الذي لا يجب أن يطلع على حسابات البنوك التجارية الخارجة عن نطاق اختصاصاته المشاركة في عملية التبادل. وكذلك لا ينبغي أن تطلع البنوك غير المشاركة على معاملات محددة. وبشكل عام، يجب تصميم النظام بطريقة تضمن عدم المساس بالخصوصية.

الفصل السادس

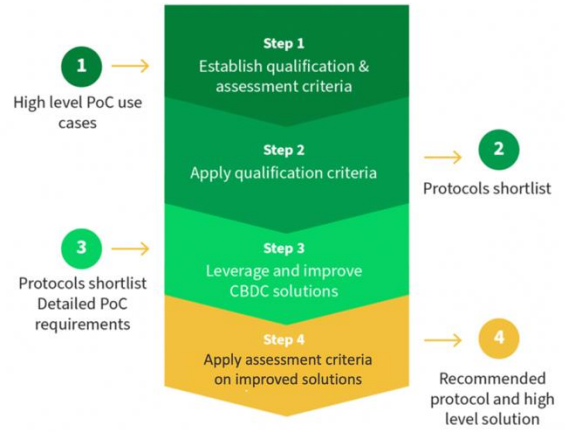
تقييم التقنيات

التقرير النهائي لمشروع عابر

المنهجية

من الأنشطة المهمة التي تمت خلال المرحلة الأولى من مشروع عابر تقييم منصات تقنية السجلات الموزعة المحتمل استخدامها في المرحلة التجريبية واختيار المنصة المناسبة لمرحلة التنفيذ (أي بروتوكول تقنية السجلات الموزعة).

أجريت عملية التقييم على مرحلتين، حيث وضعت في المرحلة الأولى معايير التأهيل المطلوبة لترشيح تقنيات/بروتوكولات تقنية السجلات الموزعة، أما في المرحلة الثانية، فقد استخدمت مجموعة أخرى من المعايير لتقييم التقنيات التي تأهلت إلى المرحلة الأخيرة. لم تطبق معايير التقييم على التقنيات بشكل مباشر، بل تم التقييم ضمن سياق مشكلة المدفوعات العابرة للحدود بين البنوك، حيث كان الغرض تقييم قدرة مختلف التقنيات على تلبية المتطلبات (الحالية والمستقبلية) لمشروع عابر. يوضح الشكل رقم ٨ تفاصيل النهج المستخدم في هذا التقييم.



الشكل رقم ٨: تقييم التقنيات في مشروع عابر

تضمنت معايير التأهيل الحد الأدنى من القدرات المستخلصة من التوقعات العامة وحالات الاستخدام الخاصة بمشروع عابر. ومن أبرز هذه القدرات:

- تقديم الدعم للعقود الذكية.
- أن تدعم تلقائيًا خاصيتي الموافقة والخصوصية في منصة تقنية السجلات الموزعة.
- أن تدعم بروتوكول الإجماع مع خاصية التسوية النهائية.
- أن تكون التقنية معروفة في القطاع المالي.
- تعطى الأفضلية للتقنيات التي استُخدمت سابقًا في مشاريع العملة الرقمية لدى البنوك المركزية.

تجدر الإشارة إلى أن بروتوكولات المدفوعات العامة المستخدمة في تقنية سلسلة الكتل، مثل بروتوكول الدفع ريبيل وبرتوكول ستيلار، التي عادة ما تخصص لحالات استخدام أنظمة التحويلات الدولية، قد استُبعدت نظراً لعدم توفيرها لإعدادات السماح والخصوصية في حالات استخدام أنظمة الدفع بين البنوك (وهي حالات لا يوفرهما البرتوكولان السابقان). فيما يلي القائمة النهائية لمنصات أو بروتوكولات تقنية السجلات الموزعة التي خضعت لمعايير التأهيل:

١. منصة كوردا المعتمدة من شركة أر٣.
٢. منصة هايبر ليدجر فابريك.
٣. منصة كوروم التابعة لشركة جيه بي مورغان تشيس.

معايير التقييم

استخدمت معايير شاملة لتقييم البروتوكولات. وعوضًا عن استخدام منهجية تقييم عامة، لجأ القائمون على المشروع إلى منهجية تقييم دقيقة مُعدّة خصيصاً لتقييم متطلبات مشروع عابر. وبدلاً من تطبيق هذه المعايير على كل تقنية بشكل مباشر، تم إلقاء نظرة عامة على الحل الذي تقدمه كل منصة من المنصات المستهدفة وتقييمها وفقاً لتلك للمعايير.

تم الاعتماد في البداية على الحلول التي استُخدمت في التجارب السابقة في البنوك المركزية. ثم تم بعد ذلك تحسين تلك الحلول من أجل معالجة الملاحظات المستخلصة من تجارب إثبات الجدوى السابقة وإدخال المتطلبات الخاصة بمشروع عابر.

تضمنت عملية التحليل تقييم جانب الكفاءة والفاعلية في عدد من المجالات التي يمكن وصفها بأنها متنافية أو متعارضة، وتُعرف هذه المجالات بـ "أبعاد التقييم". كما تم الأخذ بعين الاعتبار الجوانب المتعددة التي يضمها كل بُعد، وذلك لضمان شمولية ودقة التحليل. يضم كل جانب عدداً من المستويات التي تمثل المزايا المنشودة لكل خاصية من الخصائص من الأقل إلى الأكثر تفضيلاً. بعدها تم منح هذه الجوانب بحسب أهميتها النسبية درجات من ١٠ إلى ١٠٠.

وفيما يلي الأبعاد التي تم أخذها بعين الاعتبار:

١. اللامركزية: الفائدة الأساسية من استخدام تقنية سلسلة الكتل هو تجنّب نقاط الثقة أو الفشل الواحدة، وتعتبر هذه الميزة مهمة بشكل خاص في مشروع عابر نظراً لمشاركة منطقتي اختصاص في نظام الدفع عبر الحدود. وقد تم تحديد وتقييم عدة مستويات تتوافق مع درجة من اللامركزية (على سبيل المثال، تحديد ما إذا كانت البنوك المركزية بحاجة إلى ترخيص كل معاملة) والأمان (على سبيل المثال: تطبيق اللامركزية على مستوى تكلفة التصحيح أو التسوية النهائية للمدفوعات). إضافة إلى ذلك، تمت مراعاة جانب آخر وهو تحديد ما إذا كان الحلّ بحاجة إلى مرحلة إعداد موثوقة.
٢. الخصوصية: من الصعب تحقيق اللامركزية والأمان في آنٍ واحد، ولكن متطلبات الخصوصية تزيد من صعوبة الأمر. تم تحديد مستويات خصوصية مختلفة بناءً على الجوانب التي تتم حمايتها من الوصول غير المسموح، مثل بيانات المعاملات

(المبالغ)، ونقاط النهاية (المرسل، المستلم)، وحالات السيولة، ووقت الدفع وغيرها. كما تم الأخذ بعين الاعتبار آلية الحماية والدعم المقدم لعمليات التدقيق رغم القيود التي تفرضها الخصوصية.

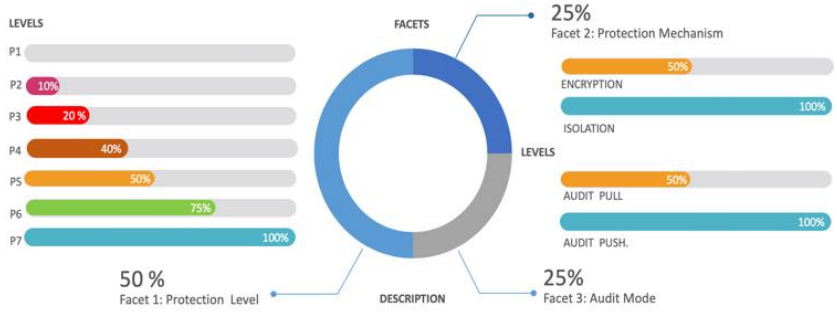
٣. القابلية للتوسع: في هذا المحور تم الأخذ بعين الاعتبار عدداً من السمات غير الوظيفية، مثل سرعة استجابة المعاملات والتباين في الاستجابة والإنتاجية مع تزايد عدد العقد (البنوك).

٤. درجة التعقيد في الحلّ: يعكس هذا البُعد درجة التعقيد والجهد المطلوب لإعداد ودعم حلّ العملة الرقمية للبنك المركزي المخصص للبنوك بناءً على التقنية التي تم تقييمها. وتم في هذا السياق مراعاة عدة عوامل، مثل درجة التعقيد بشكل عام، ومستوى إعادة استخدام التصاميم الحالية للعملة الرقمية للبنك المركزي، ودرجة التعقيد في إدارة الحل.

٥. الأمن: ضمن سياق هذا البُعد، تم النظر في الوسائل التي تعتمد عليها التقنية الأساسية في دعم منح الأذونات ومقدار هذا الدعم، ومن الميزات المفضلة استخدام نظام البنية التحتية للمفتاح العام في منح الأذونات. وتم كذلك النظر في دعم خاصية الإجماع القابل للتوصيل على سبيل المثال، من حيث دعم مفهوم تسامح الخطأ البيزنطي (Byzantine fault tolerance أو BFT). وتم كذلك النظر في توفير الدعم التلقائي لمعايير وحدات أمن الأجهزة بوصفها إحدى القدرات المستحبة.

٦. الجاهزية للتشغيل: يعكس هذا المحور مدى جاهزية الحلّ للتشغيل النهائي في البيئة النهائية واستخدامه في تسيير المعاملات. مثل محور الأمان، يعتمد محور الجاهزية للتشغيل بشكل كبير على التقنية الأساسية المستخدمة، وتم الأخذ بعين الاعتبار عدداً من العوامل، مثل استخدام عناصر جاهزة للتشغيل، وقابلية التشغيل، وقابلية الدعم، وتوفر تطبيقات الإنتاج بناءً على التقنية.

٧. الجدوى على المدى الطويل: يعتمد هذا المعيار كذلك على التقنية، والعوامل أو الجوانب التي تمت مراعاتها هنا هي: توفر المهارات، وتنوع الموردين المشاركين في المشروع، وقابلية توسيع نطاق المشروع، والمعايير المفتوحة، والحوكمة المفتوحة. يمثل الشكل رقم ٩ رسماً بيانياً يوضح محور الخصوصية الوارد في تقرير تقييم التقنيات.



P1	Sender, Receiver AND Amount AND Balance visible
P2	Sender, Receiver AND Amount visible
P3	Balance visible
P4	Sender, Amount visible
P5	(Sender & Receiver) OR (Amount) visible
P6	Sender Visible
P7	Nothing visible

ENCRYPTION	Encryption used for protection
ISOLATION	Complete isolation

AUDIT PUSH	Auditor is automatically shared transaction data.
AUDIT PULL	Auditor needs to query bank for specific value e.g. balance, transaction parameters.

الشكل رقم ٩: تُظهر معايير تصنيف محور "الخصوصية والاطلاع" درجات ومستويات العوامل المختلفة.

نتيجة التقييم

فيما يلي بعض الاستنتاجات التي توصلنا إليها بناءً على معايير التقييم المشار إليها أعلاه:

- حققت الحلول القائمة على منصة هايبرليدجر فابريك ومنصة كوردا نتائج أعلى في تقييم محور "الجاهزية للتشغيل"، ما يفيد بأنها أكثر جاهزية للاستخدام من قبل الشركات مقارنة بالحلول القائمة على منصة كوروم.
- المنهجيات التي تعتمد على برهان المعرفة الصفرية كوسيلة للتحقق لا تتوسّع بشكل جيد يتوافق مع عدد المشاركين في الشبكة لأنها تتطلب قدرات حاسوبية كبيرة.
- يستحسن استخدام الحلول التي تتمتع بمزايا خصوصية تلقائية أو مدمجة نظراً لقدرتها على التخفيف من درجة تعقيد الحلّ والحد من المخاطر التي قد تنجم عن محاولة إنشاء برامج تشفير خاصة أو ما شابهها.
- الحلّ القائم على منصة هايبرليدجر فابريك هو الحل الوحيد الذي استوفى متطلبات محاور الخصوصية، واللامركزية، والأمان للمرحلة التجريبية معًا في الوقت ذاته.

يوضح الشكل رقم ١٠ عملية التقييم النهائي للحلول في كافة المحاور المذكورة.

الشكل رقم ١٠: يُظهر هذا الشكل التحليل المقارن لمنصات تقنية السجلات الموزعة المختلفة، مثل منصة هايبرليدجر فابريك، ومنصة كوردا، ومنصة كوروم، الخاصة بحلّ عابر.

تم اعتماد أربعة حلول من جُملة الحلول المرشحة: الأول قائم على منصة هايبر ليدجر فابريك ومنصة كوردا، في حين يستند آخران إلى منصة كوروم (زي كيه١، وزي كيه٢) (ZK, ZK2). يُذكر أن زي كيه ١ مشابهة للحلّ الذي تم طرحه في المرحلة الثانية من مشروع أوبين الذي استخدمت فيه منصة كوروم (سلطة النقد في سنغافورة، نوفمبر ٢٠١٧م)، في حين أنه استندت زي كيه ٢ على تقنيات مشابهة للتقنيات التي استخدمت في مشروع كوكا (البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا، ٢٠١٨م). بناءً على هذا التقييم والملاحظات المذكورة أعلاه، تم اختيار منصة هايبر ليدجر فابريك بوصفها التقنية التي سيتم الاعتماد عليها في مرحلة التنفيذ.

تجدر الإشارة إلى أن الغرض من مشروع عابر لم يكن إثبات كفاءة تقنية معينة، بل اختبار جدوى تحقيق أهداف الأعمال أو مخرجاته باستخدام فئة التقنية المعروفة بـ تقنية السجلات الموزعة وما تم التوّصل إليه يعكس وجهة النظر بناءً على المعايير التي تم وضعها ولا يعني تقديم تقييم أو رأي كامل للتقنيات أو المنصات. لقد كان اختيار منصة هايبر ليدجر فابريك مناسب لمتطلبات ووقت المشروع. وبالنظر إلى معدل ووتيرة التغييرات التي يشهدها قطاع تقنية السجلات الموزعة، يجب على أي مرحلة أو مشروع متعاقب أن يراعي استخدام أحدث بروتوكولات سلسلة الكتل في ذلك الوقت واختيار المنصة المناسبة.

نظرة عامة على منصة هايبر ليدجر فابريك

هايبر ليدجر فابريك (هايبر ليدجر فابريك، ٢٠١٩م) هي إحدى تقنيات سلسلة الكتل التي تحتاج إلى التفويض في الدخول. تتمتع هذه المنصة ببنية متصلة تسمح بـ "التوصيل والتشغيل الفوري" لبعض العناصر المهمة، مثل الإجماع وخدمة العضوية.

تعتمد هذه التقنية على نوعين من النظراء: نظراء التحقق ونظراء الإدخال، تقوم عقد التحقق فقط بمهمة تنفيذ العقود الذكية أو رمز السلسلة، في حين أنه يتولى نظراء الإدخال فقط الإشراف على السجلات.

إضافة إلى ذلك، هناك خدمة ترتيب المعاملات مع مراعاة الأخطاء، إذ تقوم بتزويد النظراء بسلسلة من المعاملات على هيئة كتل، ما يضمن قيام جميع النظراء غير المسؤولين عن الخطأ بالاتفاق على المعاملات وترتيبها.

مزايا الخصوصية

خدمة العضوية من المفاهيم المستخدمة في دعم عدد من آليات منح الأذونات. ويعتبر مزود خدمة العضوية القائم على البنية التحتية للمفتاح العام أكثرها استخدامًا. من جهة أخرى، يمكن استخدام تقنيات حماية الخصوصية، مثل تقنية خلط الهويات والذي يمكّن المُتعاملين من التوقيع على المعاملات بطريقة تسمح للنظام بالتحقق من عضويتهم في الشبكة دون الكشف عن هويتهم الحقيقية لبقية أعضاء الشبكة (منصة هايبر ليدجر فابريك، ٢٠١٩م). إذ تعمل منصة فابريك بمنزلة هيئة خارجية لإصدار الشهادات، وتدعم معيار التشفير PKCS#١١ الذي يسهّل التكامل مع وحدات أمن الأجهزة لضمان توفير الحماية المناسبة للمفاتيح.

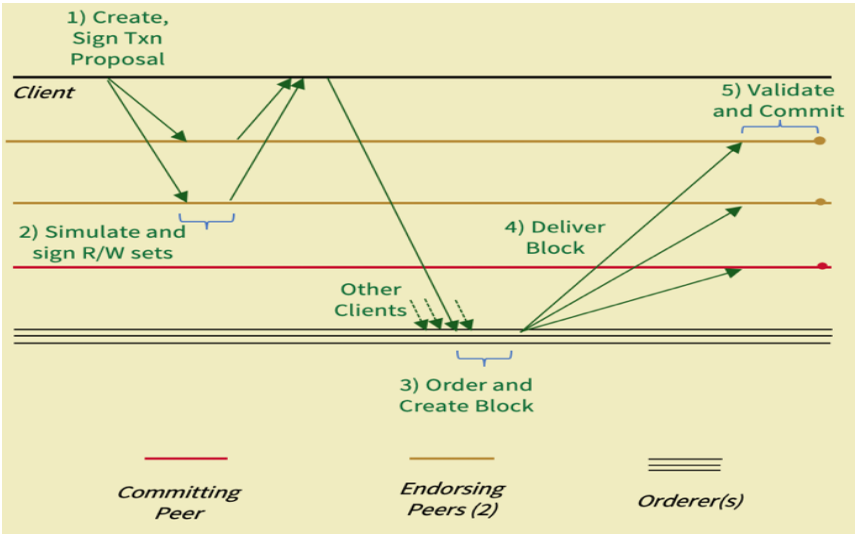
تعتبر القنوات بمنزلة الأساس الذي يُعتمد عليه في ضمان الخصوصية في الشبكات القائمة على منصة فابريك، ويشتمل نطاق هذه القنوات على سجلات يمكن تبادلها عبر الشبكة بأكملها أو تخصيصها لتشمل مجموعة محددة من المشاركين فقط. يُذكر أن بإمكان أي مؤسسة المشاركة في سجلات متعددة.

من مزايا الخصوصية الأخرى ميزة مجموعات البيانات الخاصة التي توفر خصوصية ضمن القناة نفسها بحيث تكون بيانات المعاملات الخاصة والحالة الخاصة مرئية فقط لمجموعة فرعية من المؤسسات داخل القناة. من جهة أخرى، يمكن لجميع الأعضاء الاطلاع على المعاملة وأجزاء من البيانات الخاصة.

تُستخدم المجموعات عندما تستدعي الحاجة تبادل المعاملات (والسجل) بين مجموعة من المؤسسات، وفقط عند حاجة مجموعة فرعية من هذه المؤسسات إلى الاطلاع على بعض (أو جميع) بيانات المعاملة. وبما أنّ البيانات الخاصة تُنشر عن طريق شبكة النظراء عوضاً عن الكتل، تفيد مجموعات البيانات الخاصة في الحفاظ على سرية بيانات المعاملة وعدم الكشف عنها للعقد في خدمة ترتيب المعاملات.

تدفق المعاملات

تستخدم منصة هايبر ليدجر فابريك آلية تدفق معاملات فريدة من نوعها تشتمل على عدة خطوات هي المصادقة، والترتيب، والتحقق. يساهم هذا التصميم بتحسين القدرة على التوسع بشكل كبير مقارنة بالنماذج الأخرى القائمة على منهجية استنساخ آلة الحالات. الهدف هنا هو فصل اثنتين من المهام التي تتطلب قدرات حاسوبية كبيرة وهي تشغيل ترميز السلسلة، وترتيب المعاملات؛ ليتسنّى تنفيذ كل واحدة منها على عقد منفصلة.



الشكل رقم ١١: يُظهر هذا الشكل آلية تدفق المعاملات الخاصة بمنصة هايبر ليدجر فابريك وخطواتها (المصادقة، والترتيب، والتحقق)

يتم تهيئة رمز السلسلة على النظراء وتمثيلها في القناة، وتُحدد سياسة المصادقة النظراء المخولين بالمصادقة على المعاملة لكي تُعتمد. يوضح الشكل رقم ١١ تدفق المعاملات في منصة هايبر ليدجر فابريك، حيث تمر المعاملة بعدة خطوات قبل إدخالها في السجل، وهذه الخطوات هي:

المصادقة: يقوم العميل بالتوقيع على مقترح المعاملة رقمياً ويرسله إلى النظراء المخولين بالمصادقة (وفقاً لسياسة المصادقة)، وهي عملية تحاكي تنفيذ العقود الذكية (رمز السلسلة) المرتبطة بالمعاملة. بعد ذلك يتم التوقيع رقمياً على مجموعات القراءة/الكتابة (وهي أزواج من القيم الرئيسية المقروءة أو التي يمكن كتابتها من خلال التنفيذ) وإعادتها إلى العميل.

الترتيب: يقوم العميل بجمع الردود وإرسال المعاملة إلى خدمة ترتيب المعاملات المسؤولة عن ترتيب المعاملات المستلمة من عدة عملاء، والتحقق من صحة المعلومات وإنشاء كتل جديدة وتسجيل تلك المعلومات في سلسلة الكتل، وإرسالها إلى النظراء.

التحقق من صحة المعاملات وإدخالها: يقوم جميع النظراء المشرفين على السجل (أي المسؤولين عن مصادقة المعاملات وإدخالها) بالتحقق من صحة المعاملة عن طريق التحقق من سياسة المصادقة الخاصة بها وتحديد ما إذا كانت مجموعات القراءة لا تزال صالحة. وبعد التحقق من صحتها وفقاً للآلية الموضحة أعلاه، يتم إدراج المعاملة في السجل.

الفصل السابع

نظرة عامة على الحل

التقرير النهائي لمشروع عابر

اعتبارات التصميم الرئيسية

هايبر ليدجر فابريك عبارة عن منصة سلسلة كتل متعددة الأغراض، ولا تشتمل على نطاق خاص أو قطاع معين أو نوع محدد من الأصول. لذا من أجل تطبيق نظام دفع مشترك بين البنوك باستخدام هذه المنصة، تم تصميم بروتوكول دفع وتنفيذه خصيصاً لتلبية متطلبات مشروع عابر، ويُشار إلى هذا البروتوكول بـ "بروتوكول عابر" في هذه الوثيقة.

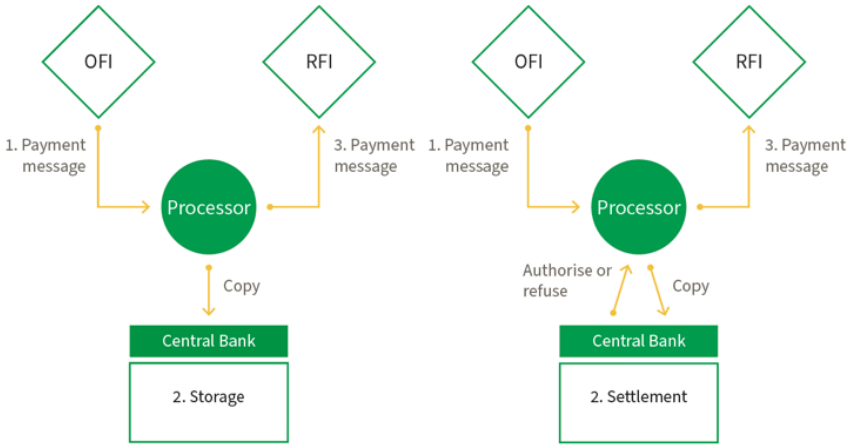
ونظراً لأن مشروع عابر يقوم بالأساس على نظام دفع بين البنوك، فإن متطلباته مُشتقة بطبيعة الحال من خصائص ومزايا أنظمة التسوية الإجمالية الفورية التقليدية، ولكن يتسع نطاق النظام ليشمل أيضاً المدفوعات العابرة للحدود. ولكن ما كان مختلف بشكل واضح عن التطبيق التقليدي لهذا النظام هو الحاجة إلى اللامركزية، إلّا أنها متطلب له تأثير مباشر على العديد من الجوانب غير الوظيفية، مثل الخصوصية والأمان وقابلية التوسع. يستعرض هذا القسم هذه المتطلبات ويأخذ بعين الاعتبار الحلول القائمة والجوانب السلبية من أجل التشجيع على إنشاء بنية جديدة للخصوصية.

اللامركزية

يُتوقع أن يسمح النظام بتنفيذ عمليات الدفع والتسوية بين البنوك التجارية دون الحاجة إلى توفير عقد البنوك المركزية. وينطوي هذا الأمر على استخدام نموذج معاملات على شكل حرف T كما هو موضح في الشكل رقم ١٢. يختلف هذا النموذج عن نماذج المعاملات على شكل حرف Y التي استُخدمت بكثرة في التجارب التي أجريت سابقاً على عملة البنك المركزي الرقمية. وعلى الرغم من أن النموذج على شكل حرف T قد لا يلبي جميع المتطلبات الأساسية لنظام التسوية الإجمالية الفورية، إلّا أن بإمكانه المساهمة في تطبيق الخاصية الرئيسية للمعاملات النهائية ما دامت صحة المعاملة تتطلب اكتمال النصاب القانوني للمشاركين الذي لا يشتمل بالضرورة على البنك المركزي (البنوك المركزية).

الخصوصية والاطلاع

يلخص الشكل رقم ١٣ متطلبات الخصوصية والاطلاع

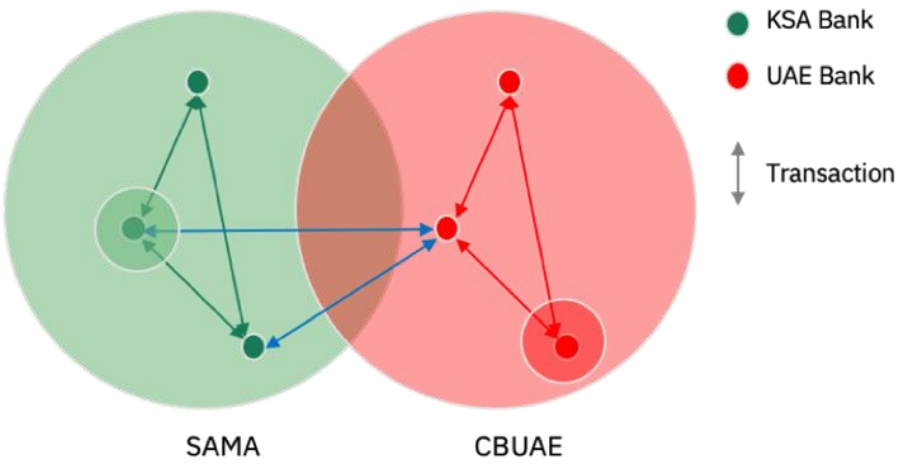


الشكل رقم ١٢: دور البنك المركزي في نموذج T (يساراً) مقارنة بنموذج Y التقليدي.

في هذه الصورة، تمثل العقد الخضراء البنوك التجارية في المملكة العربية السعودية، في حين تمثل العقد الحمراء البنوك التجارية في دولة الإمارات العربية المتحدة. أما الأسهم فتمثل المعاملات التي تجري بين البنوك المشاركة. من جهة أخرى، تمثل الدوائر الكبيرة نطاق الاطلاع لكل من البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي، في حين أنه تمثل الدوائر الصغيرة نطاق الاطلاع للبنك التجاري في كل دولة.

البنوك التجارية على اطلاع تام بالعقد الخاصة بها والمعاملات التي تشارك فيها، لكنها ليست مطلعة على العقد الأخرى (أي أرصدة تقنية السجلات الموزعة الإجمالية الخاصة بها) أو المعاملات التي تتم بين العقد الأخرى.

أما البنوك المركزية فتطلع على كل ما يتعلق بالعقد والمعاملات التي تتم ضمن مناطق الاختصاص التابعة لها، وتطلع كذلك على كافة المعاملات العابرة للحدود. من جهة أخرى، لا يجب على البنوك المركزية الاطلاع على أرصدة تقنية السجلات الموزعة الإجمالية والمعاملات المحلية التي يجريها مشاركون في مناطق الاختصاص الأخرى. لكن هناك استثناء لهذه القاعدة. إذ يجب على كلا البنكين المركزيين الاطلاع بشكل كامل على المعروض النقدي، بما في ذلك العملة الرقمية التي يُصدرها البلد الآخر؛ لأن العملة الرقمية التي يتم إصدارها في منطقة اختصاص معينة قد تُنقل، نظرياً، إلى منطقة اختصاص أخرى وتُقدّم للاسترداد.



الشكل رقم ١٣: نطاق الاطلاع في الحلّ الذي يقدمه مشروع عابر

الأمان

يتم الاعتماد على خاصية الأمان في الأنظمة الموزعة لضمان تجنب وقوع أي مشكلات، مثل مشكلة الإنفاق المزدوج التي قد تحدث في أنظمة الدفع اللامركزية نتيجة استخدام العملة الرقمية نفسها لإتمام عمليتي دفع ساريتين، وهو ما لا يجب على أي مشارك القيام به. لهذا، فإن الهدف الرئيسي لأنظمة الدفع القائمة على تقنية السجلات الموزعة هو منع الإنفاق المزدوج في ظل غياب هيئة مركزية موثوقة.

تمت مناقشة الحاجة إلى توفير عدد كافٍ من المشاركين، أي ضمان اكتمال النصاب القانوني لعدد المشاركين، (ليس بالضرورة أن تكون البنوك المركزية من ضمنهم) من أجل التحقق من الدفعات، حيث يجب أن يشتمل على مجموعة كبيرة من المشاركين لضمان تحقيق درجة الأمان المطلوبة. لكن هذا الأمر يتعارض بشكل مباشر مع متطلبات الخصوصية المفروضة على البنوك التجارية المشاركة في المعاملات التي تستهدف هذه البنوك بشكل مباشر فقط. الجدير بالذكر أن ضمان أمان المدفوعات مع حماية خصوصية المعاملات والأرصدة في الوقت نفسه، كانت إحدى أبرز الجوانب المهمة التي تمت مراعاتها عند تصميم بروتوكول عابر.

القابلية للتوسع

من المهم عند تطبيق أنظمة التسوية الإجمالية الفورية العابرة للحدود البديلة مراعاة جانب الخصوصية والأمان عند تنفيذ المعاملات، بالإضافة إلى ضمان الإنتاج العالي للمعاملات.

تواجه تقنيات سلسلة الكتل بشكل عام انخفاضًا في مستوى إنتاج المعاملات وقابلية محدودة للتوسّع. ويرجع السبب في هذا إلى صعوبة تحقيق الإجماع في ظل خصائص الأمان المذكورة أعلاه، خاصة في الشبكات التي تحتوي على عدد كبير من العقد. فكلما ازداد عدد العقد في الشبكة، ارتفع مستوى الطلب على المعاملات في هذه الشبكة، وانخفضت القدرة على تقديم الخدمات لهذه المعاملات. لهذا، قد يبدو للوهلة الأولى أن مشكلة الإجماع هذه، التي يجب على جميع شبكات سلسلة الكتل التعامل معها، تتعارض مع جهود إعداد أنظمة الدفع القابلة للتوسّع.

تعاني شبكات سلسلة الكتل العامة، مثل البيتكوين والإيثيريوم، مشكلات كبيرة في الإنتاجية يتم التركيز على خاصية التوازي من خلال تقنية تقسيم قاعدة البيانات وشبكات الطبقة الثانية، حيث يتم فيها نقل العمليات الحسابية خارج السلسلة بالاعتماد على تقنيات مبتكرة مثل شبكة البرق (بون، ٢٠١٦).

من التحديات الكبيرة التي تمت مواجهتها عند تصميم بروتوكول عابر، التعامل مع التعارض القائم بين مزايا الخصوصية، والتوازي والأمان في البروتوكول، والتأكد من عدم إضعاف أيّ من الجوانب غير الوظيفية المهمة لهذا البروتوكول.

أمثلة على أبرز مفاهيم الحلول

نموذج المعاملات الهجين

هناك نوعان من النماذج المحاسبية للمعاملات التي تعتمد عليها تقنيات السجلات الموزعة في العادة. يشتمل النوع الأول على نماذج المعاملات المشابهة لعملة البيتكوين القائم على ناتج المعاملات غير المنفقة والمعروف باسم نموذج UTXO. وتعتمد منصات إيثيريوم، وريبيل، وستيلار على النماذج التي يتم فيها تسجيل أرصدة الحساب بشكل صريح في السجل. أما في تقنيات السجلات الموزعة التي تحتاج إلى التفويض في الدخول، فتعتمد منصات مثل كوردا على نموذج UTXO، في حين أنه لا تفضل منصة هايبر ليدجر فابريك الالتزام بنموذج محدد. يُذكر أن النماذج القائمة على الحسابات هي الأكثر استخداماً في معظم الحالات.

قمنا بمراجعة الحلول والملاحظات التي توصلت إليها التجارب السابقة على العملة الرقمية للبنك المركزي التي أجرتها البنوك المركزية التي تستخدم هذه النماذج المحاسبية. ولأسباب تتعلق بالخصوصية، يجب تقسيم السجل الرئيسي إلى مجموعة من السجلات الفرعية في كلتا الحالتين، بحيث يتم تخصيص سجل واحد لكل زوج من البنوك التجارية في الشبكة. ونظراً لخصوصية معاملات الأعضاء المدرجة في السجل الفرعي، يجب أن يتناول الحلّ مشكلة الإنفاق المزدوج التي قد تنشأ عن نقل العملة الرقمية بين السجلات وذلك لضمان الأمان.

يُذكر أن التجارب السابقة التي أجريت على العملة الرقمية للبنك المركزي لم تتمكن من إيجاد حل نهائي لمشكلة توفير الأمان والخصوصية في الأنظمة اللامركزية، إذ لم تتمكن الحلول السابقة من ضمان سلامة جميع الخصائص الثلاثة، وهي: اللامركزية، والأمان، والخصوصية وعدم إضعافها.

يُذكر أن منهجية نموذج UTXO تتطلب من المستلم، في ظل عدم وجود سجل عام، تنفيذ عملية تحقق تستدعي منه الاطلاع على سلسلة المعاملات التي أدت إلى إنشاء أيّ من مدخلات المعاملة الحالية. وتُعرف هذه المشكلة في وثائق كوردا بـ "تتبّع السلسلة" (أر٣، ٢٠١٩)، ولهذا الأمر آثار واضحة على مسألة الخصوصية. تقدّم خاصية الهويات السرية حلاً جزئياً لهذه المشكلة، فهي على الأقل تحمي هويات الأطراف المشاركين في المعاملات وتمنع الكشف عنها لأطراف خارجية في معظم الحالات، لكنّها تظل مبالغ المعاملات مكشوفة أمام الأطراف الخارجية.

أما المنهجيات القائمة على الحسابات التي اعتُمدت في المشاريع السابقة حول العملات الرقمية للبنوك المركزية فركزت على جانب الخصوصية على حساب اللامركزية أو الأمان، ما تركها أمام خيارين، إما تبني حلّ مركزي، أو اعتماد حلّ آخر قادر على الكشف عن مشكلة الإنفاق المزدوج لكنه غير قادر على الوقاية منها.

يستخدم مشروع عابر نموذج معاملات هجين يجمع بين نموذج قائم على الحسابات ونموذج (UTXO) قائم على الرموز. وهناك نوعان من معاملات نقل العملات الرقمية، الأول داخلي: يتم داخل مجموعة الخصوصية (أي السجل الفرعي)، والثاني خارجي: يتم بين مجموعات الخصوصية. ويُستخدم نموذج UTXO لأجل نقل العملة الرقمية في إطار العمليات المحاسبية فيما بين السجلات الفرعية. وبمجرد نقل العملة الرقمية إلى أحد السجلات، يصبح بالإمكان تبادلها بين النظراء باستخدام نموذج قائم على الحسابات. يسمح هذا الأسلوب بفصل مشكلات الخصوصية والأمان عن بعضها والتعامل معها من خلال نوعين مختلفين من السجلات وباستخدام نماذج معاملات مختلفة.

هيكل القناة

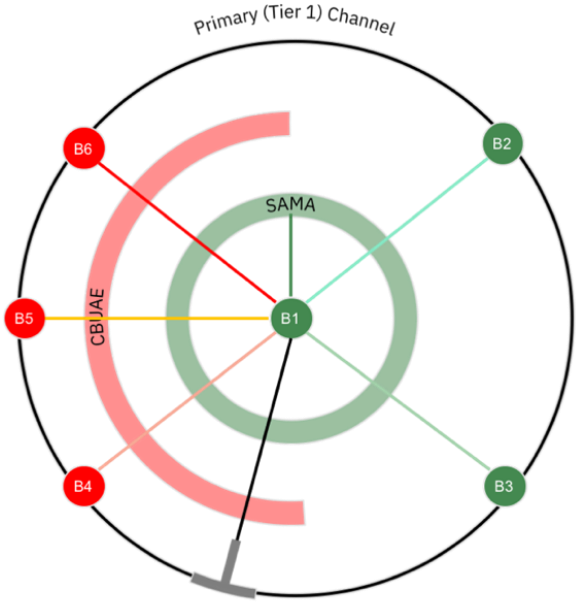
يتّبع مشروع عابر منهجية فريدة من نوعها لحل مشكلات الخصوصية والأمان. يوضح الشكل رقم ١٤ تفاصيل عضوية جميع القنوات التي يشارك فيها المشارك (وهو البنك ب١) في المملكة العربية السعودية. وهناك ثلاثة أنواع من القنوات التي يستخدمها الحل:

القنوات الثنائية: هي قنوات النظراء التي تربط كل زوج من أزواج البنوك التجارية. تعتمد هذه القنوات على نماذج المعاملات القائمة على الحسابات، ويشارك البنك المركزي التابع لكلّ نظير في القناة. بناءً على ذلك، تضم عضوية القناة الثنائية إما ٣ أو ٤ أطراف اعتماداً على نوعها (محلية أو عابرة للحدود). من جهة أخرى، تتطلب سياسة المصادقة الخاصة برمز السلسلة المعمول بها في هذه القناة أن يقوم البنكان التجاريان فقط بالمصادقة على المعاملة، ما يسمح بتأكيد الدفعة حتى وإن كان أحد البنكين المركزيين أو كلاهما غير مُتاح في ذلك الوقت. (ملاحظة: رمز السلسلة مصطلح مرادف لمصطلح العقود الذكية وهو مُستخدم في وثائق منصة هايبر ليدجر فابريك)

القناة الخاصة: هي عبارة عن سجل خاص يربط البنك التجاري بالبنك المركزي المعني. وتُستخدم هذه القناة لإنشاء طلبات خاصة، مثل طلبات الإصدار والاسترداد. يُذكر أن رمز السلسلة المعمول به في هذا النوع من القنوات تتطلب مصادقة من كلا المشاركين.

القناة الرئيسية: تشارك جميع البنوك (التجارية والمركزية) في هذا النوع من القنوات الذي يعتمد على نموذج معاملات قائم على نموذج UTXO (ناتج المعاملات غير المنفقة). وتتطلب سياسة المصادقة الخاصة برمز السلسلة المعمول به في هذه القناة قيام ٥ من أصل ٨ مؤسسات على الأقل بالمصادقة على المعاملات، وأن تكون اثنتان منها على الأقل من كل منطقة اختصاص.

يُذكر أن القنوات الثنائية تتولى مسؤولية التعامل مع متطلبات خصوصية المعاملات والاطلاع عليها التي نُوقشت في قسم المتطلبات غير الوظيفية، بينما تدير القنوات الخاصة خصوصية عمليات الإصدار والاسترداد. أما القناة الرئيسية فتتولى مسؤولية ربط العملة الرقمية بالقنوات الثنائية مع مراعاة الخصائص المهمة التالية:



الشكل رقم ١٤: هيكل القناة المستخدم في حلّ عابر

يمكن ربط الرمز الخاص بالعملة الرقمية بقناة ثنائية واحدة كحد أقصى في كل مرّة.

تتطلب عملية نقل رمز العملة الرقمية من قناة ثنائية إلى أخرى (أو استرداد قيمتها) موافقة كلا البنكين التجاريين المشاركين في القناة.

تبقى العلاقة بين العملة الرقمية والمسؤولية عن القناة الثنائية سرية ولا يتم الكشف عنها في الشبكة، وتكون معروفة للمشاركين في القناة الثنائية فقط.

يلخص الجدول أدناه الأنواع المختلفة لدفاتر الأستاذ المستخدمة في الحل.

Ledger	Purpose, # instances and membership
Primary	Issuance and anonymous tracking of slices of DC
	1, CBs and all commercial banks
Bilateral	Peer to peer payments
	15, commercial bank pair and their CB(s)
Private	Ledger for issue and redeem requests
	6, commercial bank and its CB

الأسماء المستعارة والوحدات الثابتة

تصدر العملة الرقمية عن البنوك المركزية من خلال معاملات "إصدار" خاصة ضمن السجل الرئيسي. وعندما تطلب البنوك التجارية من البنوك المركزية إصدار الأموال، يتم ربط العملة بزوج من الهويات المستعارة التي يتم تحديدها من خلال مفاتيح عامة تُستخدم لمرة واحدة أو عناوين خاصة تُعرف بـ "الأسماء المستعارة" عوضاً عن ربطها بمفتاح التسجيل العام التابع للبنوك التجارية والمرتبط بالهوية الحقيقية لهذه البنوك.

ويتم ربط كل مجموعة من الأموال الصادرة بمفتاحين عامّين باستخدام هذه الطريقة، وعادة ما تكون هذه المفاتيح العامة ملكاً للبنكين التجاريين المشاركين في القناة الثنائية. بناءً على ذلك، يتم ربط الأموال بشكل فعّال بالقناة الثنائية، ما يعني أن نقل الأموال سيتطلب الحصول على موافقة من كلا العضوين. ويُطلق على المعاملة المستخدمة لنقل العملة بين قناتين أو بين قناة وبنك مركزي اسم "النقل بين القنوات" أو نقل الوحدات الثابتة (المزيد حول الوحدات الثابتة لاحقاً).

تُخفي الأسماء المستعارة هوية كلّ من القناة والبنك الذي يتم إصدار العملة الرقمية إليه. من جهة أخرى، يجب مراعاة حماية قيمة العملة الرقمية تماشياً مع متطلبات مشروع عابر؛ نظراً لأهمية هذا الأمر في معاملات الإصدار ومعاملات نقل الوحدات الثابتة في القناة الرئيسية.

ولحماية المبالغ، يتم إصدار العملات الرقمية على هيئة وحدات ثابتة، ويمكن أن تشتمل الوحدة الثابتة الواحدة، على سبيل المثال، على ١٠٠٠ عملة رقمية. يُذكر أن جميع المعاملات التي تتم في السجل الرئيسي (أي معاملات إصدار الوحدة الثابتة ونقلها) تستخدم وحدة ثابتة واحدة كفئة عملة، بالإضافة إلى استخدامها لأسماء مستعارة بدلاً من معرّفات القناة أو البنك، ما يعني أن نقاط الالتقاء في السجل الرئيسي تطلع فقط على معاملات المبالغ الثابتة التي يتم إرسالها إلى عناوين مجهولة، لذلك لا يتم الكشف عن أي معلومات مرتبطة بعملية إصدار الأموال، أو استردادها، أو إعادة توزيعها على البنوك الفردية.

وإلى جانب مساهمتها في الحفاظ على السرية، تُعتبر الوحدة الثابتة بمنزلة وحدة محاسبة في السجل الموزع. تجدر الإشارة إلى أنه من الضروري التحكم بدقة بحجم الوحدة الثابتة في أثناء عملية التنفيذ، فقد تؤدي عملية تتبّع العملة الرقمية عبر مختلف

السجلات الثنائية إلى تكبّد تكاليف عامة مرتفعة في حال ما إذا كان حجم الوحدة الثابتة صغيراً جداً. من جهة أخرى، إذا كان حجم الوحدة الثابتة كبيراً جداً فقد يحدّ من دقة عمليات الإصدار والاسترداد ويجعل من الصعب على البنوك التجارية مطابقة معدل توفر العملة الرقمية بدقة مع متطلباتها.

تجدر الإشارة إلى أن مسألة الوحدة الثابتة يحدّ من دقة طلبات الإصدار والاسترداد ومعاملات نقل الوحدة الثابتة فقط، ولا تفرض بأي شكل من الأشكال أي قيود على معاملات الدفع التي تتم بين البنوك التجارية في القنوات الثنائية. يُذكر أن حجم الوحدة الثابتة، في سياق عمليات التنفيذ الفعلية، يعتمد على متوسط حجم المعاملة في الشبكة، حيث يجب أن يكون حجم الوحدة الثابتة أكبر من متوسط حجم المعاملة بعشرات المرّات.

الموافقة

لا يمكن نقل الوحدة الثابتة دون موافقة كلا الطرفين في حال ربطها بقناة ثنائية. وعلى الرغم من أن هذا الأمر يسمح بتفادي الإنفاق المزدوج للأموال في قناة أخرى دون علم الطرف المقابل، إلّا أنه يعني أن الأموال قد تظل عالقة في القناة في حال انقطاع الطرف المقابل عن الشبكة أو عدم استجابته للطلبات. إضافة إلى ذلك، يجب على الطرفين المشاركين في أي مرحلة من مراحل دورة حياة القناة الثنائية والمرتبطين بها حالياً الاتفاق على حصصهم من الوحدة الثابتة.

ولتجنب حجز الأموال أو عدم وضوح ملكية الوحدات الثابتة، تم تحديد تعريف واضح لمفهوم "الإقرار". يُشير مفهوم "الإقرار" إلى الحالة التي يتم فيها تبادل الموافقة الصريحة بين الطرفين بهدف الاتفاق على حصص كلّ طرف. بناءً على ذلك، إذا وافق الطرف A على مشاركة الحصة X من الوحدة الثابتة مع الطرف B، فهذا يعني أن الطرف A يوافق على امتلاك الطرف B للحصة X من الوحدة الثابتة المذكورة. وفي حال ما إذا انخفضت حصة الطرف B في الوحدة الثابتة من X إلى Y، حيث X أكبر من Y، فيجب على الطرف B التنازل عن الإقرار الخاص بحصة X التي شاركها الطرف A سابقاً والحصول على إقرار آخر من الطرف A بشأن الحصة الجديدة Y. وتُعرف عملية تنازل البنك B عن الإقرار المُقدّم له من البنك A بـ "إلغاء الإقرار".

نظرة عامة على بروتوكول عابر

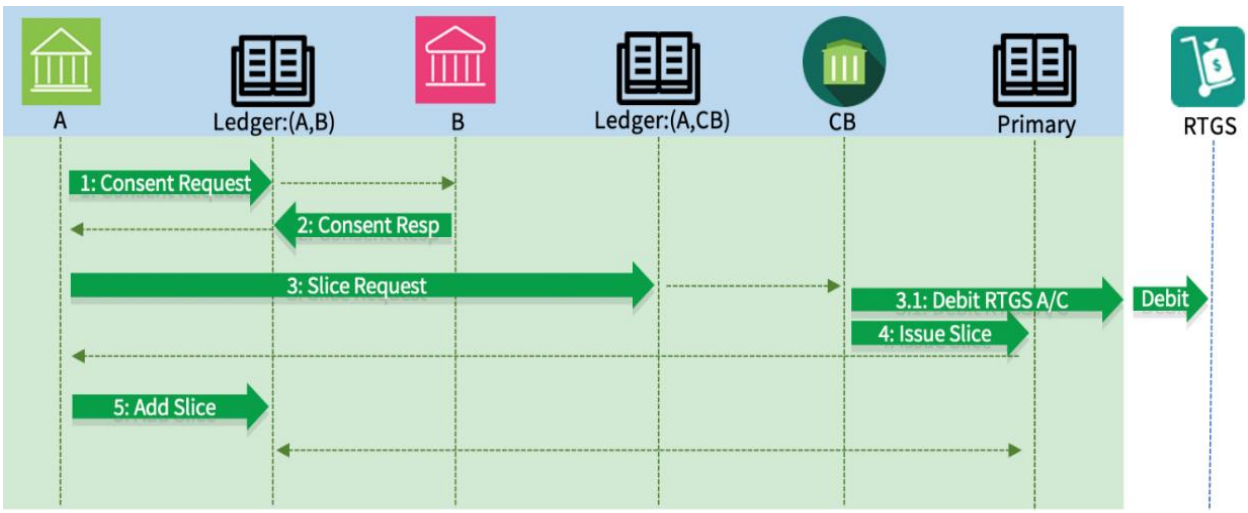
صُمم بروتوكول عابر بناءً على المفاهيم المذكورة أعلاه، ويتم تنسيق العمليات الثلاث التي تستند إليها دورة حياة العملة الرقمية وهي: الإصدار، والنقل، والاسترداد، عبر آلية عمل تشتمل على ثلاثة أنواع من القنوات كما هو موضح أعلاه. إضافة إلى ذلك،

تم تنفيذ عمليتين وخوارزميتين أخريين مهمتين ضمن بروتوكول عابر بهدف تبسيط وتحسين عملية إدارة السيولة. تُعرف آليات العمل الخمس هذه باسم "الإدارة الآلية للأموال" Fund Managementوحلّ اختناق السيولة في الشبكة" Gridlockوتشكل معظم بنية بروتوكول عابر.

سير العمل في إصدار العملة الرقمية

سير العمل في إصدار العملة الرقمية: هي عملية مؤلفة من خطوتين. في الخطوة الأولى يطلب البنك التجاري من البنك المركزي المعني إصدار كمية معينة من العملات الرقمية. وفي الخطوة الثانية يقوم البنك المركزي بإصدار هذه العملات. تجدر الإشارة إلى أن سير العمل العام المُتبع لتنفيذ هذه العملية التجارية باستخدام هذا التصميم موضح بالتفصيل في هذه الوثيقة.

في حال ما إذا قرر بنك تجاري ما (على سبيل المثال البنك A) تقديم طلب إصدار عملة رقمية فيجب طلب العملة الرقمية (وإصدارها) في مجموعة من الوحدات الثابتة في هذا الحلّ. ويجب على البنك A أيضاً أن يختار القناة (القنوات) الثنائية التي سيتم إصدار هذه العملة من خلالها، ما لم يتم تمكين خاصية الإدارة الآلية للأموال. على سبيل المثال، لنفترض أن البنك A يرغب في طلب إصدار وحدة ثابتة واحدة من خلال قناته الثنائية التي يتشاركها مع البنك B. في هذه الحالة لا يعتمد سير العمل على منطقة الاختصاص التي يعمل فيها البنك B، ولا يهم إن كان البنك B موجوداً في منطقة الاختصاص نفسها التي يوجد فيها البنك A. فيما يلي شرح لهذه العملية (كما يمكن الاطلاع على الشكل رقم ١٥ للمزيد من التفاصيل):



الشكل رقم ١٥: بروتوكول عابر: سير العمل في إصدار العملة الرقمية

- (الخطوتان الأولى والثانية) يقوم كلّ من البنك A والبنك B بإصدار اسم افتراضي (Alias Name) (عنوان يستخدم لمرة واحدة) ليتم إصدار العملة بناءً عليه. ويقوم البنك B بالتوقيع على وثيقة الموافقة التي يقرّ فيها بموافقته على الملكية الكاملة

للبنك A ويقوم بمشاركة هذه الوثيقة. يتم تنسيق سير العمل هذا بين محوّلات تقنية السجلات الموزعة التابعة للبنك A والبنك B عن طريق السجل الثنائي التابع للبنك A والبنك B.

- (الخطوة الثالثة) يقوم البنك A بإرسال طلب إلى البنك المركزي لإصدار وحدة ثابتة بناءً على العنوانين المقدمين. ويتم تقديم الطلب عن طريق قناة خاصة باستخدام السجل الخاص التابع للبنك A والبنك المركزي.
- (الخطوة الرابعة) يقوم البنك المركزي بإصدار وحدة ثابتة عن طريق القناة الرئيسية المرتبطة بالعنوانين المخصّصة للاستخدام مرة واحدة.
- (الخطوة الخامسة) يقوم البنك A بطلب إضافة وحدة ثابتة إلى قناته الثنائية، في حين أنه يتحقق رمز

السلسلة من وجود وحدة ثابتة وعناوين ملكيتها في السجل الرئيسي قبل إضافة وحدة ثابتة.

تم اتباع العملية ذاتها في المعاملات التي استخدمت فيها أموال حقيقية، لكن تمت إضافة خطوة أخرى تسبق الخطوة الرابعة التي يتم فيها إصدار وحدة ثابتة. في الخطوة الإضافية قام البنك التجاري بإيداع أموال في حساب عابر لدى البنك المركزي لتحقيق هذا الغرض.

وفقاً للمبادئ المذكورة سابقاً، لم يكن هناك تكامل مباشر مع الأنظمة المصرفية المركزية. من جهة أخرى، تم تنفيذ عملية يدوية، واستُخدمت التقارير المستخرجة من حل تقنية السجلات الموزعة لتحديث الأنظمة المصرفية الأساسية.

سير العمل في النقل

سير عمل النقل: هي عملية يقوم من خلالها بنك تجاري بطلب سداد دفعة لطرف مقابل يشترك معه بقناة ثنائية. تجدر الإشارة إلى أن هذه العملية مختلفة عن عملية نقل وحدة ثابتة التي يتم فيها نقل مجموعات من العملة الرقمية بحجم وحدة ثابتة من قناة لأخرى. في الوصف الموضح أدناه، يقوم البنكانA وB بسداد دفعات ثنائية لبعضهما وفقاً للخطوات التالية الموضحة في الشكل رقم ١٦.

(الخطوة الأولى) يقوم البنك A والبنك B بسداد دفعات لبعضهما من خلال استدعاء رمز السلسلة في السجل الثنائي للبنك A والبنك B. وفي حال عدم كفاية الرصيد، تتم معالجة الدفعات من خلال قائمة الانتظار في السلسلة. وبما أن عملية التصفية الثنائية قد نفذت، فقد تم النظر في فرص التصفية للدفعات المدرجة على قائمة الانتظار في الجانب الآخر قبل إضافة الدفعة لقائمة الانتظار.

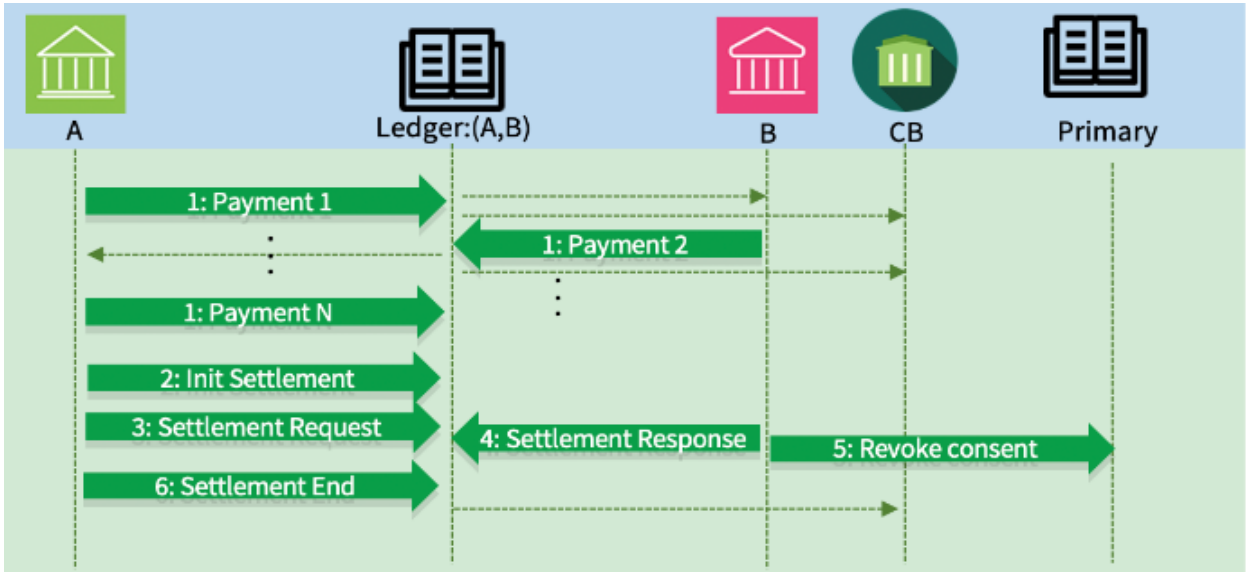
• (الخطوة الأولى) تتم معالجة الدفعات ببساطة من خلال توثيق التغيرات في ملكية وحدة ثابتة في السجل الخاص بالقناة. تجدر الإشارة إلى أنه لم تتم تسوية الدفعات بعد لأن الاتفاقيات (الإقرارات) الخاصة بالملكية الجديدة لم يتم تبادلها بين الأطراف.

• (الخطوة الثانية) في مرحلة معينة من هذه العملية يتم تفعيل دورة التسوية إمّا بعد إتمام كلّ معاملة، أو حسب الوقت المُحدد، أو بناءً على عدد الدفعات أو حركة المراكز/الأرصدة التي تم قياسها جميعاً منذ تاريخ آخر تسوية.

• (الخطوتان الثالثة والرابعة) يقوم الطرف A والطرف B بتبادل الإقرارات بناءً على حصص الوحدات الثابتة الجديدة، ويمكن امتلاك وحدة ثابتة واحدة فقط بشكل جزئي في القناة في كل مرّة.

• (الخطوتان الخامسة والسادسة) في هذه الخطوات يجب إلغاء الإقرارات التي تم إصدارها سابقاً لصالح هذه الوحدات الثابتة ويجب أن يقوم الطرف B بإلغاء الإقرار الصادر عن الطرف A عن طريق السجل الرئيسي. وفي حال ما إذا كانت التصفية تصب في صالح الطرف A (أي كانت التصفية تؤدي إلى زيادة رصيد الطرف A)، فسيكون على الطرف B إلغاء الإقرارات فقط. وما أن يتم إلغاء هذه الإقرارات بنجاح، يمكن لكلّ طرف طلب إنهاء دورة التسوية.

يُعتبر معدل تكرار دورة التسوية بمنزلة معيار ضبط في الحلّ. وعلى الرغم من أن عملية تأكيد الدفعات تستغرق وقتاً أطول عندما تكون دورة التسوية كبيرة، إلّا أنها تكون أكثر كفاءة لأنها لا تستوجب تبادل/تنفيذ الإقرارات/عمليات الإلغاء لكلّ معاملة.

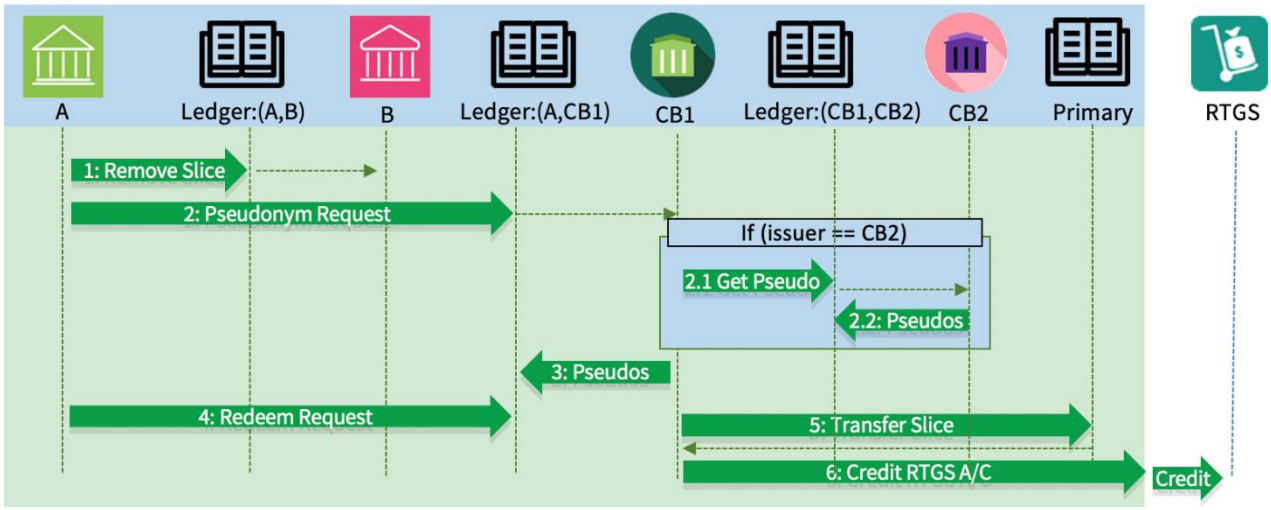


الشكل رقم ١٦: بروتوكول عابر: سير العمل في إصدار العملة الرقمية

سير عمل الاسترداد

تعتمد البنوك التجارية على آلية سير عمل الاسترداد لتقديم طلب إتلاف العملات الرقمية وإعادة الأموال للحسابات المصرفية الأساسية التابعة لها خارج نظام السجلات الموزعة. أما بالنسبة إلى المعاملات التي تشتمل على أموال حقيقية، فيتم استخدام حسابات عابر لدى البنوك المركزية لهذا الغرض تحديداً. وكما ذكرنا سابقاً، لم يحصل تكامل مباشر مع النظام المصرفي الأساسي، بل تم تنفيذ عملية يدوية تم فيها مشاركة التقارير المستخرجة من شبكة تقنية السجلات الموزعة مع فريق النظام المصرفي الأساسي. وفيما يلي شرح لعملية الاسترداد في بروتوكول عابر (يُرجى الاطلاع أيضاً على الشكل رقم ١٧):

في حال ما إذا قرر البنك A استرداد قيمة العملة الرقمية، فعليه تحديد القناة الثنائية التي سيستخدمها والمبلغ المطلوب، إلّا إذا كان يستخدم خاصية الإدارة الآلية للأموال. ويجب أن يكون المبلغ على شكل عدد من الوحدات الثابتة وأن يكون هذا العدد من الوحدات الثابتة على الأقل متاحاً ومملوكاً بالكامل للبنك A في القناة. وكما هو موضح في وصف هذه العملية، يعبر البنك A عن رغبته في استرداد قيمة وحدة ثابتة واحدة في القناة (الخاصة بالبنك A وB) بناءً على إقرار الملكية الكاملة الصادر بهذا الشأن عن البنك B.



الشكل رقم ١٧: بروتوكول عابر: سير عمل الاسترداد

- (الخطوة الأولى - الثالثة) يقوم البنك A أولاً بإزالة الوحدة الثابتة من القناة الثنائية (الخاصة بالطرف A وB)، ثم يطلب الحصول على عنوانين مستعارين من البنك المركزي عن طريق قناة (البنك المركزي الأول، والطرف A)، وتتم إعادة وحدة ثابتة إلى عهدة البنك المركزي الأول (CB١) الذي أصدرها. وفي حال ما إذا كانت الوحدة الثابتة التي سيتم استرداد قيمتها

صدرت عن بنك مركزي آخر (٢CB)، فعلى البنك المركزي الأول ١CB الحصول على العناوين من البنك المركزي الثاني ٢CB عن طريق قناة (البنك المركزي الأول1CB ، والبنك المركزي الثاني ٢CB).

- (الخطوة الرابعة) يقوم البنك A بإنشاء طلب نقل وحدة ثابتة وإرساله إلى البنك المركزي الأول ١CB على السجل الخاص (البنك المركزي الأول ١CB، والطرف A). يتم إصدار هذا الطلب من أجل نقل الوحدة الثابتة إلى العنوانين اللذين قام البنك المركزي الأول ١CB بإعادتهما.
- (الخطوة الخامسة) يقوم البنك المركزي ١CB بتنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة من خلال السجل الرئيسي.
- (الخطوة السادسة) عند الحصول على إشعار بنجاح هذه العملية، يقوم البنك المركزي الأول ١CB بتقديم طلب إعادة الأموال عن طريق القيد أو الإيداع في حساب البنك التجاري في النظام المصرفي الأساسي كما هو مذكور أعلاه.
- (الخطوة السابعة، اختيارية) عند صدور العملة الرقمية عن البنك المركزي الثاني ٢CB، فسيقوم البنك المركزي الثاني ٢CB بإصدار دفعة للبنك المركزي الأول ١CB من خلال قناة (البنك المركزي الأول ١CB، والبنك المركزي الثاني ٢CB) بعد استلام إشعار يفيد بنجاح عملية نقل الوحدة الثابتة.

التقييم

الإدارة المتقدمة للسيولة

إلى جانب تدفقات دورة حياة العملة الرقمية الأساسية، تم تنفيذ بعض التدفقات المتقدمة الأخرى كجزء من بروتوكول عابر، وفيما يلي وصف لاثنين من هذه التدفقات ضمن فئة إدارة السيولة:

حلّ اختناق السيولة

استندت خوارزمية التصفية متعددة الأطراف على منهجية المرحلة الثانية من مشروع أوبين الخاصة بنموذج فابريك التجريبي، حيث تم تنفيذ نسخة موزعة من خوارزمية ٢EAF (سلطة النقد في سنغافورة، نوفمبر ٢٠١٧م). وفيما يلي شرح للتحسينات التي أجريت عليها:

- تم تجنب الإنشاء والإتلاف الصريح للعملات في السجل الثنائي خلال مرحلة التسوية، ما سمح لجميع المشاركين في السجل الرئيسي بتتبّع كافة العملات (الوحدات الثابتة) (دون الكشف عن هويتهم). من جهة أخرى، تم حساب مخصص جديد لحصص الوحدة الثابتة التي استوفت متطلبات التسوية.
- تم توفير دعم لضمان تنفيذ عمليات التصفية متعددة الأطراف عبر الحدود دون المساس بالقيود المفروضة على نطاق الاطلاع المسموح به في كل منطقة اختصاص، وذلك لمنع أي بنك مركزي أجنبي من الاطلاع على المعاملات المحلية، حتى في أثناء فترة تسوية الاختناق. كما تم النظر في عدد من الخيارات الأخرى، بما فيها تقنيات التشفير المُعدة للمحافظة على الخصوصية. من جهة أخرى، وتم اتخاذ قرار بشأن اعتماد منهجية أبسط من الناحية الحسابية تسمح بإجراء

عملية تصفية متعددة الأطراف على مرحلتين، محلية وعابرة للحدود، بحيث يتم فيها استخدام مخرجات المرحلة الأولى في المرحلة الثانية.

الإدارة الآلية للأموال

تطرق القسم السابق إلى عملية نقل الوحدة الثابتة التي يمكن استخدامها لنقل الوحدة الثابتة من قناة لأخرى. وبالرغم من أن هذا الأمر يمنح المستخدم النهائي إمكانية التحكم الكامل بعملية إدارة السيولة في كلّ واحدة من قنوات البنك، إلّا أنه سيستلزم جهداً تشغيلياً كبيراً، وقد يتسبب هذا النشاط اليدوي بحدوث تأخير في العملية، ما يجعلها أقل كفاءة. يُذكر أن مشروع عابر قد حلّ هذه المشكلة عبر طرح خاصية الإدارة الآلية للأموال التي تسمح بالتنبؤ بالعجز في السيولة في الدورة التالية بناءً على مستويات الطلب في دورات N السابقة، ووضع قوائم الانتظار الواردة والصادرة. ويتم التنبؤ بهذا العجز في كل قناة يشارك فيها البنك، ويُستخدم في حالتين:

الحالة الأولى: وقت الإصدار: يُستخدم العجز في هذه الحالة لتخصيص الوحدات الثابتة المطلوبة تلقائياً لدفاتر الأستاذ المرشحة المملوكة للبنك، ويتم تخصيص المزيد من الوحدات الثابتة للقنوات التي تشتمل على مستوى عجز مرتفع بما يتناسب معها.

الحالة الثانية: يُستخدم العجز من أجل موازنة الأموال تلقائياً عن طريق نقلها من القنوات التي تشتمل على فائض في السيولة إلى القنوات التي تعاني من العجز. ويتم تصنيف القنوات إلى مستويات سيولة مختلفة هي: كافٍ، مانحٍ، ومتلقٍ. بعد ذلك، تقوم خاصية الموازنة التلقائية بتفعيل عمليات نقل الوحدة الثابتة من أجل تشغيل القنوات الفعلية المصنفة ضمن فئة المانح والمتلقي.

الفصل الثامن

تقييم مشروع عابر

التقرير النهائي لمشروع عابر

يشرح هذا القسم عملية تقييم تصميم مشروع عابر وآلية تنفيذه بناءً على مجموعة من متطلبات المشروع الرئيسية ومبادئ السوق المالي المحددة. كما تمت مراعاة الجوانب الوظيفية وغير الوظيفية في أثناء تنفيذ التقييم، ويستعرض هذا التقييم الفني الآراء حول بعض قرارات التصميم.

اللامركزية

يسعى مشروع عابر إلى تحقيق إنجازات غير مسبوقة فيما يتعلق بإلغاء مركزية أنظمة الدفع ضمن سياق تقنية سلسلة الكتل التي تحتاج التفويض بالدخول، حيث تنص تعليمات اللامركزية المستندة إلى متطلبات الأعمال على ما يلي:

لتسوية معاملة الدفع، يجب أن تكون الأطراف المقابلة المشاركة في معاملة الدفع متاحة ومتصلة بالشبكة، وذلك لتمكين النظام من توفير مستوى أعلى من مرونة البنية مقارنة بالأنظمة المركزية التقليدية التي تتطلب أن يكون البنك المركزي متاحاً. كما يسمح هذا الأمر للنظام بتجنب نقاط الفشل الواحدة.

ولتطبيق ذلك على بروتوكول عابر، لا بُد من تحقيق الشرطين التاليين:

- تنفيذ إجراءات النقل دون الحاجة إلى وجود البنك المركزي (البنوك المركزية).
- تنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة دون الحاجة إلى إشراك البنك المركزي.

يضمن الشرط الأول أن البنوك التجارية ستتفق على الدفعات بشكل ثنائي (أي بينهما) دون الحاجة إلى إشراك طرف ثالث موثوق، في حين أنه يضمن الشرط الثاني أن البنك التجاري قادر على نقل أمواله بحرية بين القنوات التي يشارك فيها دون اللجوء إلى البنوك المركزية أو أي طرف آخر.

ترتبط إجراءات النقل بالمعاملات المتاحة عبر القناة الثنائية والقناة الرئيسية (راجع الشكل رقم ١٦). يُذكر أن عمليات القناة الثنائية لا تتطلب مصادقة البنوك المركزية، وفقاً لما هو منصوص عليه في سياسة المصادقة التي يشتمل عليها هيكل القناة. من جهة أخرى، تعتبر عملية إلغاء الإقرار الإجراء الوحيد الذي يستلزم توفر القناة الرئيسية، ولا يتطلب مصادقة البنوك المركزية أيضاً، بحسب ما تنص عليه سياسة المصادقة ذات الصلة. السبب في ذلك هو أن المعاملات في القناة الرئيسية تحتاج فقط مصادقة ٥ من أصل ٨ مشاركين، كما ذُكر سابقاً في قسم هيكل القناة.

من جهة أخرى، يتم تنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة أيضاً من خلال القناة الرئيسية، بالرغم من أنها تُغيّر ارتباط الوحدة الثابتة من قناة ثنائية إلى أخرى. بناءً على ذلك، فإنها لا تتطلب الحصول على مصادقة البنك المركزي. وبهذا يكون الشرط الثاني قد استُوفي أيضاً.

من الجوانب الأخرى المرتبطة باللامركزية، عملية توزيع خدمة ترتيب المعاملات، حيث استخدم في المرحلة التجريبية خدمة ترتيب معاملات واحدة في جميع القنوات، وتم تعميمها على البنكين المركزيين. من ناحية أخرى، نُوصي باتباع أسلوب تشغيل أكثر توزيعًا للخدمة في سياق التشغيل الحقيقي بحيث يشمل بعض البنوك التجارية على الأقل. ستتم مناقشة أثر هذا الأمر

على الخصوصية لاحقاً في هذا التقييم.

الخصوصية والاطلاع

المعاملات

تعتبر خصوصية معاملات الدفع وإمكانية الاطلاع عليها من أهم المواضيع التي تم التركيز عليها. فمن جهة، تنص متطلبات خصوصية المعاملات على أنه في حال ما إذا قام بنكان تجاريان بإجراء معاملات دفع بينهما، فلا يجوز لبنك تجاري ثالث الاطلاع على:

- مبالغ المعاملة.
- هوية البنك المُرسل أو المستلم.

ومن جهة أخرى، تنص متطلبات الاطلاع على أن تتولى البنوك المركزية (وحدها) مسؤولية تدقيق المعلومات المذكورة أعلاه بصفتها الهيئات المسؤولة عن البنوك التجارية المشاركة في المعاملة. بناءً على ذلك، يجب أن يقوم البنك المركزي بتدقيق الدفعات المحلية في منطقة الاختصاص التي يوجد فيها، في حين أنه يتولى البنكان المركزيان مسؤولية تدقيق الدفعات التي تتم عبر الحدود بين البلدين.

تجدر الإشارة إلى أن تصميم القناة الثنائية التابعة لحلّ عابر يتماشى إلى حد بعيد مع متطلبات الخصوصية والاطلاع المذكورة سابقاً. بناءً على ذلك، يُعتبر البنكان التجاريان المشاركان في القناة الثنائية وبنكاهما المركزيان أعضاء في هذه القناة، ما يضمن عزل هذه البنوك عن البنوك التجارية الأخرى، ويكفل في الوقت نفسه استيفاء متطلبات اطلاع البنوك المركزية.

ولاستيفاء متطلبات خصوصية المعاملات بشكل كامل، يجب أيضاً مراعاة جانب الخصوصية على مستوى عقد خدمة ترتيب المعاملات، وهناك نوعان مطابقان من تطبيقات خدمة ترتيب المعاملات:

- النوع الأول: تخصيص خدمة ترتيب مستقلة لكل قناة في الحلّ بحيث تكون العقد المشاركة في القناة هي وحدها التي تستضيف عقد ترتيب المعاملات.
- النوع الثاني: تخصيص خدمة ترتيب معاملات واحدة متعددة المواقع لجميع القنوات (قد تشمل كلاً من البنوك المركزية وبعض أو جميع البنوك التجارية). من جهة أخرى، يجب أن تمتلك كل قناة ثنائية مجموعة خاصة واحدة تُستخدم في جميع معاملاتها.

تجدر الإشارة إلى أن المبالغ في الحالة الثانية يمكن أن تكون جزءاً من بيانات المعاملات الخاصة، وأن تكون العقد التي تشكل خدمة ترتيب المعاملات مطلعة فقط على أجزاء من البيانات الخاصة والحالة الخاصة.

أرصدة الحسابات

يجب الحفاظ على خصوصية أرصدة الحسابات بحيث لا تطلع عليها البنوك التجارية وبنوكها المركزية. يمثل رصيد حساب البنك التجاري في تقنية السجلات الموزعة مجموع أرصدة هذا البنك في كافة قنواته الثنائية، وبما أن البنك المركزي يعمل في منطقة الاختصاص نفسها التي يوجد فيها هذا البنك التجاري، فإن هذا البنك المركزي هو الوحيد المخول بالاطلاع على كافة قنوات البنك التجاري المذكور. كما أن البنك التجاري وبنكه المركزي هما الجهتان الوحيدتان المخولتان بالاطلاع على الوضع العام للبنك التجاري.

وعلى الرغم من أن البنوك التجارية تطّلع على أرصدة بعضها من خلال قناتها الثنائية المشتركة التي كانت طرفاً فيها، إلّا أن ذلك لا يؤدي إلى أي تسرّب في بيانات هذه الأرصدة. وفي الشبكات الكبيرة، لا يمكن استخدام هذا الرصيد للتنبؤ بالرصيد الكلي للطرف المقابل (الرصيد الكلي هو مجموع القنوات الثنائية التابعة لذلك الطرف المقابل مع جميع البنوك الأخرى في الشبكة).

من جهة أخرى، قد يحصل تسرب جزئي في بيانات أرصدة الحساب في أثناء عملية نقل الوحدة الثابتة في حال ما إذا كُشفت هوية البنك الذي يقوم بنقل هذه الوحدة الثابتة للبنوك التجارية الأخرى. وهنالك حالتان يتم فيهما نقل الوحدة الثابتة. في الحالة الأولى: يتم نقل الوحدة الثابتة بين قنوات البنك، كجزء من عملية الإدارة الآلية للأموال، في حين أنه يتم في الحالة الثانية: إعادة الوحدة الثابتة إلى البنك المركزي كجزء من عملية الاسترداد. ولأن البنك المركزي هو من يقوم بتنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة الفعلية في الحالة الثانية، فإن هوية البنك التجاري تبقى سرية، كما هو موضح في الشكل رقم ١٧. أما في الحالة الأولى فإذا قام البنك التجاري بتنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة بنفسه، فستُكشف بيانات ملكية العملة الرقمية بشكل جزئي.

مع ذلك يمكن تجنب حصول هذا التسرب في مرحلة التنفيذ من خلال اتباع حلّ بسيط وسهل ينص على ما يلي: على البنك الراغب في تنفيذ عملية نقل الوحدة الثابتة تجهيز المعاملة المطلوبة ومشاركتها مع البنك التجاري الآخر في القناة الثنائية المصدرية الذي يقوم بدوره بتنفيذ المعاملة عبر القناة الرئيسية. وفي الشبكات التي ترتبط فيها البنوك بعلاقات مع جميع البنوك الأخرى، لا تكشف هذه العملية عن أي معلومات متعلقة بالبنك التجاري المقدم للطلب. من جهة أخرى، يمكن، في أسوأ الحالات، الاعتماد على مدى تكرار تنفيذ هذه المعاملات للتنبؤ بمستوى الخلل في التوازن الذي تعاني منه قنوات البنك التجاري. تجدر الإشارة إلى أن هذه العملية لا تساعد في التنبؤ بمستوى السيولة الكلية.

الأمان

يتم تطبيق معايير الأمان في الأنظمة الموزعة لضمان عدم وصول النظام إلى مرحلة يكون فيها عرضة لمشكلات أو صعوبات. في أنظمة الدفع اللامركزية، يعتبر الإنفاق المزدوج، الذي يحدث نتيجة عدم وجود طرف ثالث موثوق يتولى مراجعة كافة المعاملات، بمنزلة إشارة على أن نظام الدفع في وضع سيء. كما تنص مبادئ الأمان على أن التواطؤ بين عدد قليل من المشاركين يجب ألا يؤدي إلى تقويض الشبكة بأكملها. فيما يلي شرح لإجراءات الحماية المتبعة للتعامل مع الأنواع المختلفة من عمليات الإنفاق المزدوج.

سيناريوهات نقل الوحدات الثابتة غير المصرح به

إزالة الوحدة الثابتة دون علم الطرف المقابل

ما يميز المشارك النزيه أنه يقوم بإزالة الوحدة الثابتة أولاً من القناة الثنائية قبل نقلها إلى قناة أخرى أو استرداد قيمتها. أما المشارك غير النزيه (على سبيل المثال البنك A) فلا يلتزم بهذه الخطوة، وينفذ العملية السابقة دون إبلاغ الطرف الثاني (على سبيل المثال البنك B). من جهة أخرى، هناك احتمال بأن يكون الطرف B قد أخر الردّ على الإشعار الذي يرسله إليه الطرف A بشأن عملية نقل الوحدة الثابتة، أو ربما لم ينتبه له أصلاً. في هذه الحالة، يمكن أن يقوم الطرف A باستخدام هذه الوحدة الثابتة في إحدى الدفعات التي يسددها للطرف B، حتى وإن كانت هذه الوحدة الثابتة قد نُقلت أو استخدمت سابقاً وبشكل قانوني في مكان آخر.

الجدير بالذكر أن بروتوكول عابر قادر، بفضل إحدى خصائصه الفريدة، على منع وقوع مثل هذه المشكلات، حيث تنص هذه الخاصية على السماح باستخدام الإقرارات أو إلغائها مرة واحدة كحد أقصى. بناءً على ذلك، لا يُسمح بإلغاء الإقرارات المستخدمة أو استخدام الإقرارات الملغية. ولكي يتم استرداد قيمة الوحدة الثابتة أو نقلها إلى قناة أخرى، يجب تنفيذ معاملة نقل الوحدة الثابتة بحيث يكون فيها الإقرار الصادر عن الطرف B مستخدماً بنسبة ١٠٠%. وعند استخدام الوحدة الثابتة نفسها في القناة الثنائية المشتركة مع الطرف B من أجل تسديد دفعة للطرف B على سبيل المثال، فستتطلب عملية التسوية إلغاء الإقرار نفسه في القناة الرئيسية. تجدر الإشارة إلى أن هذه العملية ستفشل لأن الإقرار قد استُخدم بالفعل، والطرف B من جانبه لن يقبل استلام دفعة حصل عليها من خلال وحدة ثابتة غير سليمة.

نقل الوحدة الثابتة المملوكة جزئياً خارج القناة

لنفرض أن لدى الطرف A والطرف B وحدة ثابتة مملوكة جزئياً في قناتهما الثنائية المشتركة، وأن الطرف A يحاول نقلها خارج القناة دون أن يكون في حوزته إقرار كامل وساري المفعول من الطرف B، بل من خلال إقرار حصل عليه سابقاً. في هذه الحالة،

يكون الإقرار المذكور ملغياً لأن الطرف B يملك جزءاً من الوحدة الثابتة الآن، ويكون ضمان ملكية الإقرار المذكور أعلاه ساري المفعول. فإذا حاول الطرف A استخدام الإقرار الملغي لنقل الوحدة الثابتة خارج القناة، فستفشل معاملة نقل الوحدة الثابتة في القناة الرئيسية لأنه لا يمكن استخدام الإقرارات الملغية.

نقل الوحدة الثابتة ذاتها إلى قناتين مختلفتين

كما ستفشل عملية نقل الوحدة الثابتة إلى قناتين مختلفتين باستخدام اسمين مستعارين مختلفين لأن المعاملة الأولى هي وحدها التي ستتم بنجاح في القناة الرئيسية، في حين أنه ستفشل المعاملة الثانية لأن الملكية (أي الزوج المستعار المطابق للوحدة الثابتة) تتغير بعد عملية النقل الأولى، ما يؤدي إلى إبطال عملية النقل الثانية، خاصة أن الإقرار يصدر لصالح واحدة من الأسماء المستعارة القديمة.

تحليل مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية

مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية الصادرة عن بنك التسويات الدولية (لجنة أنظمة الدفع والتسوية، ٢٠١٢م): هي مجموعة من المعايير الدولية التي تنظم عمل أنظمة الدفع، ومراكز إيداع الأوراق المالية المركزية، وأنظمة تسوية الأوراق المالية، والأطراف المقابلة المركزية، وجهات جمع وتسجيل سجلات العقود المتداولة خارج البورصة. صُممت مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية لضمان سلامة، وكفاءة، ومرونة هذه البنى التحتية التي تدعم الأسواق المالية العالمية. لهذا يعتبر تطبيق هذه المبادئ بشكل كامل ومناسب وثابت أمراً بالغ الأهمية.

يتطرق هذا القسم إلى عملية التقييم التي تم إجراؤها للحلّ المعتمد في مشروع عابر استناداً إلى مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية، حيث يركز تحليل مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية على الجوانب التي من المحتمل أن تؤثر في عملية استخدام تقنية السجلات الموزعة. من جهة أخرى، لم يشمل التقييم الإطار القانوني (على سبيل المثال، أي آثار قانونية تنشأ عن عملية الترميز، أو السجلات الموزعة) وحوكمة الشبكة وتم اعتبارهما خارج نطاق هذا المشروع. تجدر الإشارة إلى أن الجدول رقم ١ يضم قائمة بكافة المبادئ حسب فئاتها، ويسلط الضوء على فئات المبادئ التي تم اعتمادها، بالإضافة إلى الفئات التي لم تُعتمد والأسباب وراء ذلك.

الجدول رقم ١: مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية وفئاتها. الفئات المميزة بالخط الداكن هي التي يُركز عليها هذا التقييم.

الفئة	المبادئ	الملاحظات
الهيكلية العامة	الأساس القانوني، والحوكمة، وإطار الإدارة الشاملة للمخاطر.	الحوكمة والجانب القانوني ليستا ضمن النطاق
إدارة مخاطر الائتمان والسيولة	مخاطر الائتمان، والهامش، والضمانات، ومخاطر السيولة.	تم النظر
التسوية	الإنجاز النهائي، وتسوية الأموال، وعمليات التسليم الفعلية.	تم النظر
مراكز إيداع الأوراق المالية المركزية وأنظمة تسوية القيم المتبادلة	مراكز إيداع الأوراق المالية المركزية ونظام تسوية القيم المتبادلة.	لا ينطبق
إدارة التعثر	الإجراءات والقواعد الخاصة عند تعثر المشاركين في الفصل وقابلية النقل.	الحوكمة ليست ضمن النطاق
الأعمال العامة وإدارة المخاطر التشغيلية	مخاطر الأعمال العامة، ومخاطر الحفظ الأمين والاستثمار، والمخاطر التشغيلية.	تم النظر
الوصول إلى النظام	متطلبات الوصول إلى النظام والمشاركة، وترتيبات المشاركة غير المباشرة، وروابط البنى التحتية للأسواق المالية.	لا تتأثر بتقنية السجلات الموزعة
الكفاءة	الكفاءة والفاعلية. إجراءات التواصل ومعاييره.	تم النظر
الشفافية	الإفصاح عن القواعد، والإجراءات الرئيسية، وبيانات السوق، والإفصاح عن بيانات السوق من خلال مستودع السجلات التجارية.	لا ينطبق

المبدأ الرابع: مخاطر الائتمان

يجب على البنية التحتية للسوق المالي أن تقوم بقياس، ومراقبة، وإدارة درجة تعرض المشاركين فيها لمخاطر الائتمان، بالإضافة إلى المخاطر الناشئة عن عمليات الدفع، والمقاصة، والتسوية المالية.

وبما أن العملة الرقمية تصدر عن البنوك المركزية، فالمشاركون الذين يقبلون العملة ليسوا معرضين للتعثر. تجدر الإشارة إلى أنه، وبحسب متطلبات الأعمال، يتم استرداد قيمة العملة الرقمية دائماً من خلال البنك المركزي المحلي بغض النظر عن الجهة المُصدرة للعُملة. وبما أن البنوك التجارية تأتمن البنك المركزي على ودائعها، فلن يكون هناك أي مخاطر جديدة في هذا الجانب. من جهة أخرى، يتحمّل البنك المركزي الذي أصدر العملة الرقمية المسؤولية الفعلية عن هذه العملة، ما يتطلب توفر الثقة

الكافية المتبادلة بين البنكين المركزيين. ولكن ما يميّز تقنية السجلات الموزعة خاصية الشفافية في المعروض النقدي وعملية استرداد قيمة العملة الرقمية الصادرة عبر الحدود والتي تسهّل من كسب الثقة المتبادلة.

المبدأ السابع: مخاطر السيولة

يجب على البنية التحتية للسوق المالي الاحتفاظ بموارد السيولة المالية الكافية من جميع العملات المعمول بها لتسوية المدفوعات بالشكل الملائم وبثقة عالية في نفس يوم التسوية أو خلال اليوم أو خلال عدة أيام.

الأثر السلبي الوحيد على السيولة عند استخدام السجلات الموزعة هو صعوبة تنفيذ آليات توفير السيولة في النظام الموزع. وعلى الرغم من أن آليات توفير السيولة قد نُفذت سابقاً في عدد من المشاريع السابقة التي تعنى بالعملة الرقمية للبنك المركزي، إلّا أن وجود عدة مناطق اختصاص في هذا المشروع يفرض تحديات إضافية. يوضح قسم إدارة السيولة في هذا التقرير التحديات والصعوبات التي يعالجها حلّ عابر.

المبدأ الثامن: التسوية النهائية

هذه الخاصية هي الأكثر عُرضة للتأثر إن لم تعتمد أنظمة التسوية الإجمالية الآنية اللامركزية دون وجود هيئة مركزية تتولى مسؤولية منح تصاريح الدفع. وهذا هو المبدأ الأهم الذي يجب مراعاته عند تشغيل التطبيقات القائمة على تقنية السجلات الموزعة.

ينص المبدأ الثامن على ما يلي:

يجب على البنية التحتية للسوق المالي ضمان تنفيذ عملية تسوية نهائية واضحة ومؤكدة بنهاية تاريخ استحقاق القيمة. كما يجب على البنية التحتية للسوق المالي تنفيذ التسوية النهائية في اليوم الواحد أو لحظيًا، بالشكل المناسب إن لزم الأمر، يجب على البنية التحتية للسوق المالي تحديد المستوى الذي لا يُمكن للمشارك بعده إلغاء المدفوعات أو تعليمات النقل، أو غيرها من الالتزامات التي لم تتم تسويتها.

يتم إنجاز المدفوعات بين البنوك التجارية من خلال القنوات الثنائية التي يوفرها حلّ عابر. فيما يلي التعريف الدقيق للمرحلة التي يتم فيها إنجاز المدفوعات بين البنك A والبنك B في القناة الثنائية بشكل نهائي:

تصبح الدفعة التي تتم بين البنك A والبنك B نهائية وغير قابلة للإلغاء عند إتمام دورة التسوية فقط (راجع قسم سير العمل في النقل) الخاصة بتلك المعاملة بشكل ناجح بين المشاركين (أي عندما يتم توثيق عملية إتمام وإنجاز التسوية في السجل الثنائي).

ولا تُعتبر المعاملة نهائية إلّا بعد تسجيل رقم تعريفي لدورة التسوية وأرقام تعريف للمعاملة وبيانات المعاملات في السجل النهائي، وبعد حصول كلا المشاركين على نسخة من السجل. من جهة أخرى، قد يُطلب من البنوك المشاركة في الشبكة التوقيع على عقد تقر بموجبه البنوك بحيازة الطرف المقابل لسجلات المعاملة المذكورة بوصفها عملية نقل أصول غير مشروطة ونهائية. يُذكر أن النقاش المتعلق بموضوع الأمان الذي تم التطرق إليه في بداية هذا القسم مرتبط بهذا الجانب. فيما يلي شرح للضمانات التي تقدمها إجراءات الحماية من عمليات الإنفاق المزدوج:

- يجب دائمًا ربط الوحدة الثابتة بقناة ثنائية واحدة في كل مرة. وهذا يعني أنه لا يمكن تخصيص هذه الوحدة الثابتة لأي دفعات أخرى دون علم كلّ من البنكين A وB.
- توثيق سجل الملكية الكامل للوحدات الثابتة التي تأثرت بدورة التسوية (ابتداءً من مرحلة إنشائها أو إصدارها وصولاً إلى مرحلة حيازتها من قبل البنكين A وB ومشاركتها بينهما) بشكل نهائي في السجل.

المبدأ التاسع: التسويات النقدية

يجب على البنية التحتية للسوق المالي تنفيذ تسوياتها النقدية باستخدام أموال البنك المركزي متى كان ذلك ممكناً وعملياً.

وهذا الأمر، بطبيعة الحال، ينطبق على نظام الدفع القائم على العملة الرقمية للبنك المركزي. وعلى الرغم من أن مشروع عابر يحتوي على عملة رقمية واحدة، إلّا أنه يشتمل في الوقت نفسه على جهتي إصدار. لهذا، يمكن أن تقبل البنوك التجارية المدفوعات التي لم تتم تسويتها من خلال العملة الصادرة عن بنكها المركزي، إلّا أن هذا الاختلاف ليس مهماً بالنسبة إلى البنوك التجارية، لأنها تضمن دائماً استردادها للعملة من خلال البنك المركزي المحلي.

المبدأ السابع عشر: المخاطر التشغيلية

يجب على البنية التحتية للسوق المالي تحديد مصادر المخاطر التشغيلية المحتملة على المستوى الداخلي والخارجي، والسعي للتخفيف من أثر هذه المخاطر عبر الاستعانة بالأنظمة، والسياسات، والإجراءات، والضوابط المناسبة. كما يجب تصميم الأنظمة على نحو يضمن درجة عالية من الأمان والموثوقية التشغيلية، والتأكد من أنها تتمتع بقدرات وإمكانيات كافية قابلة للتوسع.

يساهم استخدام تقنية السجلات الموزعة في أنظمة الدفع بين البنوك في توفير مرونة بنيوية أعلى مقارنة بالأنظمة التقليدية الأخرى السابقة. كما يتم نسخ كل واحدة من مدخلات السجل عبر عدة أطراف ومواقع فعلية، ولدى الشبكة ميزة الإجماع حول المعاملات وترتيبها النسبي. إضافة إلى ذلك، يسمح مبدأ التصميم المعروف بـ "تطبيق اللامركزية مع الحفاظ على الأمان" بإنجاز المدفوعات بين البنوك التجارية دون الحاجة إلى أن تكون أيّ من البنوك المركزية مُتاحة. من خلال هذا يمكن التخلص من نقاط الفشل الواحدة في أنظمة الدفع التقليدية بين البنوك، مما يؤدي إلى الحد من المخاطر التشغيلية.

تجدر الإشارة إلى أننا تعاملنا مع مبدأ الأمان والخصوصية، اللذين يعتبران من أهم جوانب تقييم المخاطر التشغيلية، بصفتهما موضوعاً منفصلاً في بداية هذا القسم. لهذا السبب لم نتطرق إليهما هنا.

المبدأ الحادي والعشرون: الكفاءة والفاعلية

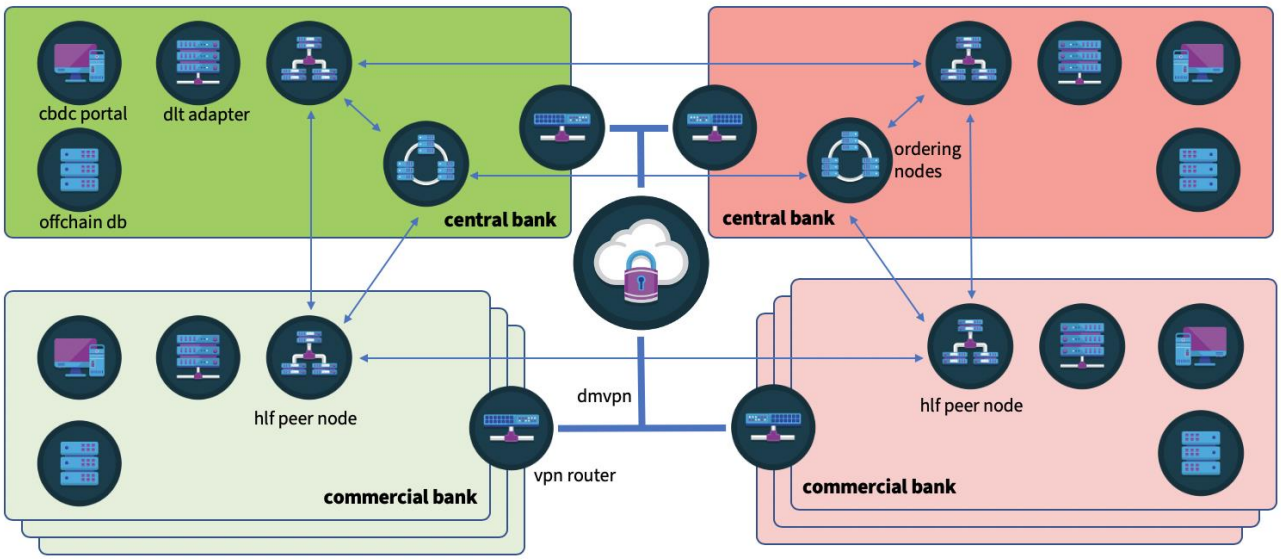
يجب أن تكون البنية التحتية للسوق المالي قادرة على تلبية متطلبات مشاركيها والأسواق التي تخدمها بكل كفاءة وفاعلية.

يُتوقع أن تكون الموارد المشتركة المطلوب توفرها في حلّ الدفع عبر البنك القائم على السجلات الموزعة أكثر من تلك المطلوبة في الحلّ المركزي التقليدي، وذلك بسبب وجود عدة نسخ من السجل التي تتطلب المزامنة باستخدام عملية إجماع تتطلب قدراً كبيراً من التواصل. أما مشروع عابر فقد صُمم ليكون حلاً عملياً يعتمد على تقنية سجلات موزعة أساسية قادرة على التطور والتوسّع بشكل صحيح. كما يُظهر التحليل المذكور في القسم التالي أن مستوى أداء مشروع عابر مقبول جداً، ويمكن توسيع نطاقه بسهولة لتلبية احتياجات شبكة الدفع عبر الحدود.

تحليل الأداء

تم تقييم الأداء في نهاية مرحلة العمليات ولكن لم يتم تنفيذ أي تحديث للأجهزة قبل إجراء دراسة الأداء. لهذا، تم الاعتماد على خوادم تمتلك وحدات معالجة مركزية/ذاكرة وصول عشوائية متواضعة (حيث تم استخدام أجهزة بوحدات معالجة مركزية ثنائية النواة وذاكرة وصول عشوائية بسعة ٨/٤ قيقا). أما بيئة التشغيل فكانت متباينة، فبينما فضلت بعض البنوك استخدام أجهزة فعلية في مكاتبها، فضلت بنوك أخرى استخدام تطبيقات السحابة الحاسوبية. يُذكر أن مركز البيانات في كل بنك كان ضمن نطاق المنطقة الجغرافية للبلد الذي يعمل فيه، وتم استخدام شبكة افتراضية خاصة متعددة النقاط وديناميكية لتوفير خدمة اتصال من المركز للفرع، ومن المركز للمركز، واستُخدم أحد البنوك المركزية كمركز للشبكة الافتراضية الخاصة.

يوضح الشكل رقم ١٨ مكونات الحلّ الرئيسية. من جهة أخرى، تم توزيع التطبيق بشكل كامل بحيث



الشكل رقم ١٨: عرض مبسّط لآلية تطبيق حلّ عابر. تم استخدام النسخة طويلة الأجل رقم ١,٤ من منصة هايبرليدجر فابريك في المشروع.

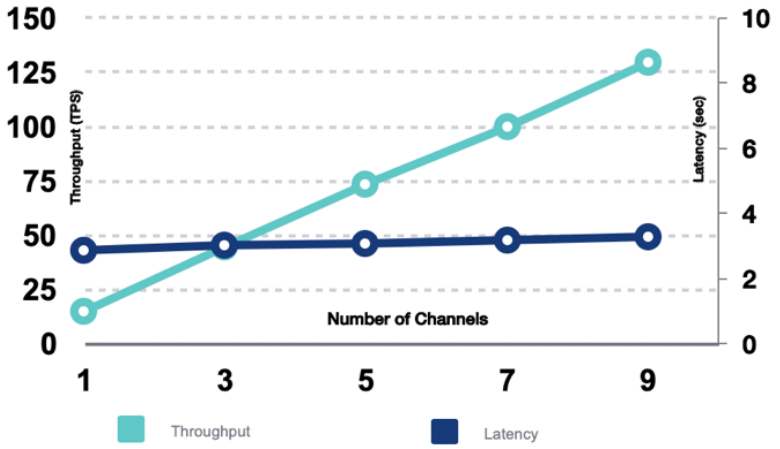
يمتلك كل مشارك حزمة حلّ كاملة تتألف من نظراء سلسلة الكتل (اثنين لكل مؤسسة)، ومحول تقنية السجلات الموزعة، وقاعدة بيانات خارج السلسلة، وبوابة شبكة خاصة بالعملة الرقمية للبنك المركزي. يُذكر أن قاعدة البيانات خارج السلسلة وبوابة الشبكة الخاصة بالعملة الرقمية لم تكن ضمن محور تركيز هذه الدراسة للأداء، إذ اهتمت الدراسة بشكل أكبر ببوابة واجهة برمجة التطبيق الخاصة ببرمجية نقل الحالة التمثيلية (REST) (التي كشف عنها محول تقنية السجلات الموزعة) المستخدمة لتحقيق التكامل مع شبكة سلسلة الكتل.

لم تكن العمليات بنفس القدر من الأهمية من ناحية الأداء. إذ من المتوقع أن تُنفذ عمليات إصدار العملات الرقمية واستردادها، في سياق التطبيق الفعلي، بشكل أقل من عمليات نقل العملات الرقمية. لهذا السبب، يُركّز هذا التقرير على أداء عمليات نقل العملات الرقمية فقط.

كما تم تنفيذ اختبارات باستخدام أداة جيه ميتير (JMeter)، حيث تم استهداف المدفوعات الموجودة في قناة ثنائية واحدة، وتم تنفيذ المثل في البنك المُرسل وكان الناتج عمليات مستقرة. من جهة أخرى، تم إجراء القياسات بعد انتهاء الفترة التمهيدية، حيث تراوح طول فترات إجراء الاختبار من ٥ إلى ٣٠ دقيقة. يُذكر أن المعاملات المسجلة بنهاية الفترة الزمنية هي فقط التي تم الاعتماد عليها في احتساب الإنتاجية. إضافة إلى ذلك، تم تنفيذ عمليات تشغيل لاحقة عند أعلى مستوى للتحمل. كما تم تسجيل المدة المستغرقة لإتمام المعاملات، إلى جانب مستوى الإنتاجية.

ومن أجل دراسة أثر إضافة زوج آخر من البنوك المتفاعلة، تمت إضافة مثيل منفصل من أداة جيه ميتير تستهدف القناة الثنائية بين هذه البنوك. الجدير بالذكر أن عدد القنوات الثنائية التي أمكننا استهدافها بلغ $\binom{6}{2}$ (6¦2) أي 15قناة (نظراً لوجود ستة بنوك تجارية في الشبكة).

يُظهر الشكل رقم ١٩ أدناه مقارنة بين المستوى الإجمالي للإنتاجية عبر كافة القنوات ومتوسط المدة المستغرقة لإتمام المعاملات بالعدد الكلي للقنوات. ولاحظنا أن إنتاجية القناة الواحدة تصل إلى ١٥ معاملة في الثانية. إضافة إلى ذلك، تبين أن العلاقة بين معدل النمو في الإنتاجية وعدد القنوات خطية إلى حد ما. بناءً على ذلك، يمكن تحقيق مستوى إنتاجية يتجاوز ١٠٠ معاملة في الثانية بسهولة في شبكة تضم ستة



بنوك باستخدام ٩ قنوات ثنائية فقط من إجمالي القنوات الثنائية المتوفرة والتي يبلغ عددها ١٥ قناة ثنائية.

كما يُظهر الشكل السابق أن متوسط المدة المستغرقة لإنجاز المعاملات البالغ ٣ ثوانٍ تقريباً لا يتغير بشكل كبير بتغير عدد القنوات أو الحِمل. وذلك لأن المدة المستغرقة لإنجاز المعاملات بشكل كامل تأثرت بشكل كبير بالعمليات المتبادلة المُتعددة بين مراكز البيانات العاملة في البلدين باستخدام شبكات الاتصال الافتراضية الخاصة.

الشكل رقم ١٩: مقارنة بين مستوى الإنتاجية والمدة المستغرقة لإنجاز المعاملات وعدد القنوات في الشبكة.

وتم التوصل إلى النتائج والملاحظات السابقة بعد فترة زمنية طويلة لعملية التسوية، لتجنب إلغاء دورة التسوية (راجع الخطوات ٢-٦ في الشكل رقم ١٦). لاحظنا من خلال التجارب التي قمنا بها أن دورة التسوية تكلّفنا تأخيراً مقداره ١٠ ثوانٍ بغض النظر عن عدد مرات تنفيذها. من جهة أخرى، يتم إدراج المدفوعات الواردة في أثناء دورة التسوية في قائمة الانتظار ومعالجتها بعد انتهاء الدورة. بناءً على ذلك، إذا كانت الفترة الزمنية الفاصلة للتسوية دقيقة واحدة، فسيؤدي ذلك إلى خفض مستوى الإنتاجية بنسبة ١٦,٧% (أي ٦٠/١٠)، في حين أنه لن تكلف الفترة الزمنية الفاصلة البالغة ٥ دقائق سوى ٣,٣% (٣٠٠/١٠). مع ذلك، لاحظنا أن التأخير الناتج عن التسوية يزداد قليلاً مع زيادة عدد الوحدات الثابتة المتأثرة في دورة التسوية، حيث يتضاعف مقدار التأخير من ١٠ ثوانٍ في الوحدتين الثابتتين إلى ٢٠ ثانية لعشرين وحدة ثابتة، وهذا مؤشر على أن وجود قيمة صغيرة جداً من حجم الوحدة الثابتة قد يضر بأداء التسوية.

الفصل التاسع

الملاحظات والدروس المستفادة

التقرير النهائي لمشروع عابر

الملاحظات والدروس المستفادة

بالرغم من التحديات والصعوبات العديدة التي واجهتنا في تنفيذنا لمشروع عابر نظراً لكونه مشروعاً جديداً وفريداً من نوعه، إلّا أننا تعلّمنا الكثير منه، وجمعنا الكثير من المعلومات والملاحظات المفيدة. يضم هذا القسم جميع التجارب التي مررنا بها والدروس التي تعلمناها في أثناء فترة تنفيذ مشروع عابر الذي نتوقع أن تقدم مساهمات جليلة للمجتمع.

تم تصنيف التحديات والدروس المستفادة من مشروع عابر ضمن ثلاث فئات رئيسية هي: فئة تقنية المعلومات، والنقد، والأعمال.

التحديات في مجال تقنية المعلومات

عملية الاتصال بالشبكة معقدة وتستغرق الكثير من الوقت

تطلب النظام المستخدم في هذا المشروع توفير شبكة اتصال متداخلة بين جميع المشاركين، ما يعني أن كل عقدة ربط في حلّ عابر تطلبت وجود اتصال بينها وبين جميع عُقد الاتصال الأخرى في الشبكة. ويأتي هذا الحلّ الجديد، على خلاف الحلول السابقة غير القائمة على تقنية السجلات الموزعة، إذ يُتيح درجة عالية من المرونة البنيوية، ما يسهم في تفادي تحوّل عُقد الاتصال إلى نقاط فشل واحدة. تجدر الإشارة إلى أن هذا المتطلب كان صعبًا في سياق هذا المشروع نظراً للأسباب التالية:

١. كان يستوجب أن تتواصل عُقد الاتصال مع بعضها عبر مناطق اختصاص وبلدان مختلفة. فعلى سبيل المثال، كان على جميع البنوك العاملة في دولة الإمارات العربية المتحدة إنشاء اتصال مباشر عبر بروتوكول الإنترنت مع كافة البنوك في المملكة العربية السعودية. كما لم تكن هناك شبكة حالية تربط جميع هؤلاء المشاركين، وكانت الشبكة الوحيدة المتوفرة تلك التي ربطت البنكين المركزيين معاً، وقد تجعل مثل هذه الشبكة هذه البنوك المركزية نقاط فشل واحدة، ولن تؤدي أي دور في تحقيق أعلى مستويات اللامركزية.
٢. أدت الحاجة لتشغيل عُقد الاتصال من جميع البنوك المركزية والتجارية المشاركة إلى حدوث تباين في المعايير، والتقنيات، وخيارات الشبكات، والبنى التحتية المستخدمة، ما جعل من عملية ربط هذه النقاط معاً أمراً معقداً نظراً للاختلافات التقنية فيما بينها. إضافة إلى ذلك، لجأت بعض الأطراف إلى الاستعانة بمزودي خدمات حوسبة سحابية، مما زاد من تعقيد المسألة.
٣. اعتمدت الشبكات التي قام بتشغيلها مزودي خدمات الاتصالات على بعضها، ولذا تطلب تشغيلها وقتًا طويلًا.

نتيجة لذلك، تم اتخاذ قرار بإنشاء شبكة افتراضية خاصة متعددة النقاط وديناميكية (DMVPN) قادرة على توفير اتصال شبكة متداخل لجميع المشاركين في الشبكة. بعد توفير هذه الشبكة، يقوم المشاركون بضبط أجهزة الشبكة الخاصة بهم من أجل الانضمام إلى هذه الشبكة الافتراضية الخاصة، وإنشاء نقاط وصول إلى كل عقدة اتصال عبر بروتوكول الإنترنت. الجدير بالذكر أن قرار إنشاء هذه الشبكة كان صائباً من الناحية الفنية والهيكلية، مع ذلك علينا أن نأخذ بعين الاعتبار الدروس

العديدة التي تعلمناها والتي يمكن الاستفادة منها في المشاريع المستقبلية التي تتمتع بنطاق ومتطلبات مشابهة لهذا المشروع كما هو موضح أدناه:

١. يجب التركيز على مناقشة متطلبات الشبكة مع فرق الشبكات والأمان التابعة لكل بنك مشارك في مرحلة مبكرة، وإجراء مناقشات مشتركة معهم حول كيفية تصميم وتنفيذ الاتصال بالشبكة.
٢. بما أن البنوك المركزية هي الجهة المسؤولة عن المشروع، فمن المهم أن تقوم فرق الشبكات والأمان التابعة لها بإدارة النقاشات وقيادة عملية اتخاذ القرارات المشتركة.
٣. من المهم أن تكون فرق الشبكة على دراية بآليات ضبط الشبكات الافتراضية الخاصة متعددة النقاط والديناميكية (DMVPN)، خاصة عند الاستعانة بمزودي خدمات استضافة خارجيين أو مزودي خدمات حوسبة سحابية. يُذكر أن إجراء اختبارات بشكل مكثف وحل مشكلات مصفوفات المنافذ كان مطلوباً لضمان وجود اتصال بين كافة عُقد الاتصال المختلفة، وهي عملية استغرقت الكثير من الوقت وقدراً كبيراً من التنسيق، لذا يجب أخذها بعين الاعتبار في جميع الجداول الزمنية الخاصة بالتشغيل.

يجب تطبيق معايير أمن تقنية المعلومات في كل مرحلة

هناك علاقة وثيقة بين متطلبات الأمان والشبكات. الجدير بالذكر أن متطلبات الأمان لهذا المشروع كانت معقدة، وفيما يلي الأسباب التي أدت إلى ذلك:

- كان يجب الامتثال في المشروع لمتطلبات أمان صارمة صادرة عن كلا البنكين المركزيين، بالإضافة إلى مجموعة من متطلبات الأمان الفردية الصادرة عن البنوك التجارية المختلفة.
- يتم اختبار المدفوعات باستخدام تقنية سلسلة الكتل التي غالباً ما تشتمل على متطلبات أمان تتجاوز تلك التي تتطلبها أنظمة كهذه في العادة.
- ثمة عدة خيارات/تقنيات متاحة يمكن استخدامها لتلبية متطلبات الأمان، وقد تكون البنوك المختلفة قد اتبعت بالفعل منهجيات مختلفة، ما يعني أن الاتفاق على اتباع منهجيات مشتركة كان صعبًا.
- من المؤكد أن تصبح متطلبات الأمان أكثر صرامة ما أن يتم اتخاذ قرار التشغيل. لذلك يجب على المرحلة التجريبية أن تثبت أن التصميم قابل للتوسع بما يكفي لدعم عملية تشغيل الإنتاج على المدى الطويل.

من أهم الدروس المستفادة من هذا الموضوع ضرورة مناقشة متطلبات الأمان في مرحلة مبكرة من المشروع، والتعاون مع مختلف الفرق التابعة للبنوك، كما هو الحال في مجال الشبكات. كما يجب تبني منهجيات عملية نظراً لمحدودية هذه المرحلة التجريبية، ويجب أن تكون الإجراءات الأمنية مصممة بطريقة تلبي هذه الاحتياجات، مع التأكد من تسليط الضوء على أي تحديات أو مشكلات مستقبلية متعلقة بمجال الأمن لمعالجتها عند التشغيل على نطاق أوسع لاحقاً.

يجب استخدام حلول إدارة مفاتيح البرمجيات عوضاً عن وحدات أمان الأجهزة، مع ضرورة الاستعانة بمعيار تشفير المفتاح العام (PKCS#١١)

تستخدم تقنيات سلسلة الكتل مفاتيح عامة وخاصة لمعالجة معاملاتها بشكل آمن. لذا يجب الحرص على الحفاظ على السرية التامة لهذه المفاتيح الخاصة؛ لضمان استدامة وسلامة المعاملات والبيانات.

ويفضل الاستعانة بوحدات أمان الأجهزة من أجل حماية المفاتيح الخاصة. من جهة أخرى، يمكن استخدام أنظمة إدارة مفاتيح البرمجيات إلى جانب وحدات أمان الأجهزة.

وبناءً على النقاشات التي أجريت مع فرق الأمن التابعة للبنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي، تم اتخاذ قرار استخدام أنظمة إدارة مفاتيح البرمجيات مع مراعاة النقاط التالية:

- ترتكز المرحلة التجريبية على معاملات محدودة منخفضة القيمة.
- جميع المعاملات خاضعة للمراقبة.
- هذا المشروع مُحدد المدة وقصير الأجل وينفذ بناءً على جداول زمنية متفق عليها.

يجب استخدام وحدات أمان الأجهزة عوضاً عن نظام إدارة مفاتيح البرمجيات إذا كان هذا الحل سيُنفذ على المدى الطويل. ومن المهم أن يكون مرناً ليتمكن من تلبية الاحتياجات الحالية دون التأثير سلباً على متطلبات الأمان الرئيسية ولتشغيله بسرعة. من جهة أخرى، يمكن الانتقال إلى وحدة أمان أجهزة فعلية في مرحلة لاحقة طالما أنها تدعم معيار تشفير المفتاح العام (PKCS#١١) المعروفة في تطبيق واجهة برمجة التطبيقات اللازمة لعملية تكامل وحدة أمان الأجهزة.

استخدام برنامج إصدار شهادات مفتوح المصدر (CA) والاستعانة بالبدائل في مرحلة الإنتاج

تعتمد تقنيات سلسلة الكتل على المفاتيح العامة والخاصة لمعالجة معاملاتها بشكل آمن، ويجب أن يتم إصدار هذه المفاتيح العامة والخاصة عن طريق برنامج إصدار شهادات خاص.

كان هناك عدة خيارات لاستخدام برنامج إصدار شهادات في هذا المشروع: إما الاستعانة بخادم متصل بشبكة الإنترنت خاص ببرنامج إصدار الشهادات، أو خادم برنامج إصدار الشهادات الحالي في البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي القادر على إتاحة الوصول دون الحاجة إلى اتصال بشبكة الإنترنت، أو خادم برنامج إصدار شهادات مفتوح المصدر.

مبدئياً، كان يفترض أن تستعين البنوك ببرنامج إصدار شهادات تجاري قادر على منح شهادات. لكن نظراً لعدم وجود معاملات قائمة على الشبكة، كانت القيمة متدنية. لهذا، وبعد مناقشات عديدة، تم اتخاذ قرار باستخدام برنامج إصدار شهادات مفتوح المصدر. السبب في ذلك أن المرحلة التجريبية كانت محدودة وذات جدول زمني محدد، ولأن المعاملات التي نفذت في أثناء هذه المرحلة التجريبية كانت متدنية القيمة.

من جهة أخرى، يتمتّع تصميم الحلّ بمرونة تسمح له باستخدام برنامج إصدار شهادات خاص به لتطبيقه في البنك المركزي السعودي ومصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي في حال الانتقال بالنظام من المرحلة التجريبية إلى مرحلة العمل والإنتاج. لذا فالدرس المستفاد من هذا الجانب هو أن علينا التركيز على ضمان مرونة الحل ليكون قادراً على استيعاب خوادم برامج إصدار شهادات مفتوحة المصدر أو مرخصة في المرحلة التجريبية؛ لأن ذلك يقلل الاعتماد على فرق تقنيات المعلومات الداخلية، ويخفض التكلفة، ويزيد من سرعة التنفيذ، ويكفل تلبية المتطلبات المتعلقة بعمليات إصدار المفاتيح ودورة الحياة.

يمكن لخدمات السحابة الحاسوبية أن تبسط من عملية التطبيق لكن لن تجعلها أسرع

عادة ما تكون المشاريع التجريبية قصيرة الأجل، وتُستخدم لاختبار مختلف التقنيات لمعرفة ما إذا كانت قادرة على تحقيق أهداف المؤسسة. يذكر أن بعض هذه التقنيات تنجح في هذه الاختبارات، إلا أن بعضها الآخر قد يحتاج إلى المزيد من الاختبار للتأكد من كفاءتها، في حين أنه تفشل أخرى ويتم التخلي عنها بالكامل. تحتاج هكذا مشاريع لاستثمارات في مجال تقنية المعلومات من أجل توفير وإعداد البيئات المطلوبة لتشغيل هذه التقنيات. تجدر الإشارة إلى أن عمليات شراء هذه الأجهزة والبرمجيات قد تزيد من التكاليف، كما أن عملية الشراء، والتسليم، والتركيب تستغرق وقتاً طويلاً.

تعد السحابة الحاسوبية أحد الآليات الممتازة التي يمكن الاعتماد عليها للحصول على الأجهزة والبرمجيات المطلوبة بناءً على أساس "ادفع واستخدم"، كما يمكنها إنجاز عملية التشغيل بسرعة، وأحياناً بشكل فوري. وما أن يتم الانتهاء من المرحلة التجريبية، تتم إعادة الأجهزة والبرمجيات إلى مزود خدمات السحابة.

تم النظر في خيار السحابة الحاسوبية في هذه المرحلة التجريبية، وقرر مصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي استخدام هذا الخيار لتوفير البيئات التقنية المطلوبة لهذا المشروع، في حين أنه قرر البنك المركزي السعودي الاعتماد على البيئات التقنية الفعلية (الموجودة في موقع العمل) في المرحلة التجريبية؛ لأنها تمنح فرق تقنية المعلومات التابعة للبنك المركزي فرصة التعلم والتطور من خلال تطبيق هذه التقنية الجديدة.

على الرغم من أن تقنيات السحابة الحاسوبية تمكنت من إعداد البنية التحتية بسرعة، إلّا أنها لم تكن أسرع من التقنيات في موقع العمل، لأن البيئة التحتية كانت متوفرة بالفعل في البنك المركزي السعودي. يُذكر أنه في حال استخدام مزودي مراكز بيانات الهايبر سكيل (hyperscale) فمن المحتمل أن يكونوا أكثر سرعة، وقادرين في المستقبل على توظيف منصات سلسلة الكتل المتاحة لتسريع الزمن في عمليات الإعداد.

عملية الاختبار معقدة وتشمل عدة بنوك

كانت عملية اختبار مختلف السيناريوهات معقدة للغاية وتطلبت درجة عالية من التنسيق بين هذه الجهات المختلفة، وذلك بسبب تشغيل عُقد الاتصال في ستة بنوك تجارية وبنكين مركزيين مختلفين في بلدين منفصلين، ونظرًا لحاجة المشاركين في كلٍ من هذه البنوك إلى التعامل مع تطبيق ويب/واجهة برمجة تطبيقات مختلف من أجل تنفيذ المعاملات. ولذلك يفضل تخصيص وقت كافٍ لكل عملية اختبار، والتركيز كذلك على كيفية إدارة الاتصالات، إلى جانب تخصيص موظفين من جميع البنوك المشاركة في المشروع لتقديم الدعم في حل المشكلات والتوجيه في أثناء مرحلة الاختبار.

تسهيل سبل التكامل مع الأنظمة الحالية

يهدف هذا المشروع إلى إثبات جدوى الاستعانة بتقنية سلسلة الكتل في حالة استخدام معينة. ولتبسيط المشروع، كان لزاماً على القائمين عليه إلغاء أو تقليل الحاجة لتغيير الأنظمة الحالية أو تنفيذ أي نشاطات معقدة ليست ضمن النطاق الأساسي لهذا المشروع والهدف المنشود منه. لهذا، تم اتخاذ قرار بتنفيذ عملية التكامل مع الأنظمة الداخلية بشكل يدوي. لكن لاحظنا أن هذه العملية تتطلب جهداً كبيراً، وقد تتطلب الكثير من الاختبارات. ما تعلمناه من هذه التجربة هو أن علينا إنشاء واجهات برمجة التطبيقات المطلوبة لضمان توفير مستوى القدرة المطلوب من الواجهة، ومن ثم إنشاء الواجهة الأمامية للويب باستخدام واجهة برمجة التطبيقات نفسها؛ بهدف تقليل الحاجة إلى عمليات التكامل على مستوى الأنظمة. تجدر الإشارة إلى أن تنفيذ عمليات تكامل على مستوى الأنظمة ليس شرطاً للمشاركة في هذا المشروع، لكن يمكن للبنوك تنفيذها إذا ما أرادت ذلك. وعلى الرغم من أن تحديثات الأنظمة الأساسية تنفذ بشكل يدوي، إلّا أنها تستلزم من البنوك تحديد التغييرات أو الآثار المطلوبة التي يمكن أن تكون مفيدة لاحقاً في حال تنفيذ عمليات تكامل حقيقية.

من جهة أخرى، لدى البنوك التجارية درجة عالية من الأتمتة ما يجعل من تنفيذ المجموعات الفرعية من المعاملات عبر الحدود صعباً من الناحية التشغيلية.

في البداية أعتقدنا أن البنوك التجارية يمكن أن تنقل جميع فئات المعاملات أو مجموعات فرعية منها إلى النظام الجديد. لكن بعد مناقشة الأمر مع هذه البنوك، تبين لنا أن بعض هذه البنوك يملك درجة عالية من الأتمتة، ما قد يصعب الأمر، لأن الأنظمة في كثير من الحالات تقوم بتفعيل الخطوات اللاحقة الضرورية بشكل تلقائي، وسيكون من الصعب وضع استثناءات. بناءً على ذلك، تم اتخاذ قرار بإنشاء معاملات تحاكي المعاملات الحقيقية لكنها غير مرتبطة بعملاء حقيقيين.

السياسة النقدية

يجب أن يبقى سعر العملة ثابتاً طوال فترة المشروع

تم اعتماد سعر صرف العملات بين العملتين الورقيتين والعملة الرقمية في هذا المشروع، وتم اتخاذ قرار بالحفاظ عليه ثابتاً في المشروع مع إمكانية تغييره في المستقبل. والسبب أن ذلك أن هذا الأمر كان يمكن أن يتسبب في تعقيدات إضافية كبيرة ليست ضمن محور التركيز الأساسي للمرحلة التجريبية.

سلة العملات واعتبارات إعادة التوازن

في البداية، طرحت فكرة ربط العملة الرقمية بسلة عملات يُديرها كلا البنكين المركزيين، بحيث يتم على سبيل المثال، ربط عملة رقمية واحدة بما نسبته ٥٠% من الأرصدة بالدرهم الإماراتي و٥٠% من الأرصدة بالريال السعودي لدى البنوك المركزية المعنية. إلّا أن الصعوبة التي تفرضها هذه الفكرة هي أن انضمام مناطق اختصاص جديدة إلى الشبكة (في حال ما إذا تم توسيع نطاق المشروع في المستقبل) سيتطلب إعادة موازنة سلة العملات، ما سيصعب من عملية التوسّع. كما أن طرح عملات غير مرتبطة بعملات أخرى سيؤدي هو الآخر إلى تحديات وصعوبات مماثلة. لهذا، تم اتخاذ قرار بإصدار كل عملة رقمية بشكل منفصل من كل بنك مركزي، وطُلب من البنوك التجارية التي طلبت إصدار هذه العملات أن تتعهد باستخدام عملاتها المحلية.

يجب أن تكون العملة قابلة للتتبّع ومرتبطة بشكل نهائي بالجهة المُصدرة لها

من المتطلبات الرئيسية التي تم التركيز عليها في البداية ضرورة إصدار العملة الرقمية من قبل أحد البنكين المركزيين، وأن تكون هذه العملة قابلة للتتبع بشكل دائم، وأن يتم ربطها بالبنك المركزي الذي أصدرها حتى وإن كانت هذه انتقلت عدة مرات عبر الحدود. وكان هذا الأمر ضروريًا لمساعدة البنك المركزي على تنفيذ إجراءات الرقابة العامة اللازمة، إلى جانب ذلك يتم استرداد العملة الرقمية الصادرة عن البنك المركزي المحلي من الأموال المُتعهد بها، في حين أنه يتم استرداد العملة الرقمية الصادرة عن البنك المركزي الآخر عن طريق الأموال الموجودة في حساب مصرفي مشترك (حساب نوستروNostro Account). لهذا، كانت القدرة على تحديد مصدر وحدة معينة من العملة عنصراً مهماً.

تباين أسعار الفائدة من منطقة اختصاص لأخرى

لاحظنا أن استخدام عملة رقمية صادرة بشكل ثنائي في سياق المدفوعات عبر الحدود، أن الاختلاف في السياسات بين منطقتي الاختصاص المعنيتين سيتسبب ببعض التعقيدات في حال ما إذا قررنا المضي قدماً في هذا الشأن. ومن بين أبرز هذه الاختلافات الآليات المختلفة التي تتبعها كل منطقة اختصاص في التعامل مع أسعار الفائدة. ونظراً لأن العملة الرقمية مدعومة بأموال البنوك التجارية المُتعهد بها لدى البنوك المركزية المعنية، فقد كان من المهم التركيز على هذا، لأن مناطق الاختصاص التي لم تدفع قيمة الفائدة لم تتأثر، أما مناطق الاختصاص التي قامت بدفع سعر الفائدة ليوم واحد فكان هناك احتمال أن يتم فرض تكاليف فرص بديلة على البنوك التجارية التي احتفظت بالعملة الرقمية ليوم واحد عوضاً عن استردادها. وعلى الرغم من أن الفائدة لم تطبق في المشروع، إلّا أنه تمت دراسة الخيارات التي يمكن من خلالها التعامل مع هذا الجانب، وتم كذلك توثيق بعض المنهجيات ذات الصلة كما هو موضح أدناه:

١. تحمل العملة الرقمية الفائدة الخاصة بالبنك المركزي المُصدر للعملة. وإذا كانت العملة الرقمية تحمل الفائدة التي يدفعها عادة البنك المركزي المُصدر للعملة، وكانت العملة الرقمية قابلة للتبادل من منظور البنوك التجارية، فهذا يعني أن البنك التجاري سيقبل باستلام الفائدة على العملة الرقمية الصادرة عن البنوك المركزية التي تدفع قيمة هذه الفائدة فقط وليس من سواها. وينتج عن هذا الأمر حدوث تباين بين العملات الرقمية، ما يؤدي إلى تقويض هدف المشروع، لكنه في الوقت نفسه يساهم في منح البنوك التجارية حافزاً اقتصادياً يشجعها على المشاركة في مختلف نشاطات المراجحة.

٢. يُدفع سعر الفائدة للعملة الرقمية المتفق عليه بين جميع البنوك المركزية المشاركة. يسمح هذا الأمر للنظام بتنفيذ المراجحة لأن بعض البنوك التجارية قد تقوم بتحويل الأموال إلى العملة الرقمية للاستفادة من سعر أعلى من الذي تقدمه لها البنوك المركزية المحلية. هذه الخطوة مقبولة ومن المهم أخذها بعين الاعتبار عند تحديد سعر عالمي للعملة الرقمية.

٣. يُدفع سعر للعملة الرقمية بناءً على منطقة الاختصاص التي يتم فيها الاحتفاظ بهذه العملة. وفي هذا السيناريو، يتلقى البنك التجاري دائماً فائدة على عملته الرقمية المحتفظ بها بناءً على سعر الفائدة السائد في ذلك البلد بغض النظر عن الجهة التي أصدرت العملة الرقمية، ما يؤدي إلى توفير الحوافز المناسبة ويحد من فرص المراجحة. في الوقت نفسه، يتطلب هذا الأمر بذل المزيد من الجهد لتحديد آليات تمويل مدفوعات الفائدة هذه والجهات التي تقوم بذلك، لأن جزءاً من العملات الرقمية المحتفظ بها سيصدر عن الدول التي لا تدفع أي فائدة أو التي تدفع فائدة أقل من الفائدة التي تدفعها مناطق الاختصاص التي يحتفظ فيها بهذه العملات الرقمية.

يُذكر أن هذا المجال يحتاج إلى المزيد من الدراسة إذا ما أردنا نقل هذا النظام إلى مرحلة الإنتاج لكونه فرصة متاحة لإجراء المزيد من الأبحاث المستقبلية في هذا الشأن.

الاطلاع الكامل على المعروض النقدي بين البنوك المركزية

من الدروس التي تعلمناها في المراحل الأولى من هذا المشروع هو ضرورة أن تتعامل البنوك المركزية مع بعضها بشفافية فيما يتعلق بمقدار العملات الرقمية التي تُصدرها كلّ واحدة منها، وإجمالي المعروض النقدي لكلّ منها لكي تنجح في إصدار العملات الرقمية بشكل ثنائي. السبب في ذلك هو أن العملات الرقمية التي تصدر عن أحد البنوك المركزية قد تنتقل من الناحية النظرية، إلى منطقة اختصاص أخرى من أجل استرداد قيمتها، وهو ما قد يؤثر في الجانب التشغيلي والسياسات. لهذا، تم اتخاذ قرار بإلزام كل بنك مركزي بالاطلاع على ما تصدره البنوك المركزية الأخرى، وقد يتم الاتفاق مستقبلاً على فرض قيود معينة بناءً على الميزان التجاري.

يجب مواءمة سعر الفائدة لليوم الواحد لإنشاء حوافز مناسبة

من الأهداف الرئيسية، تعزيز المنفعة بين كلّ من البنوك المركزية والبنوك التجارية. لهذا، لا يجب فرض عقوبات جزائية على هذه البنوك نتيجة احتفاظها بالعملة الرقمية. من جهة أخرى، تبين أن البنك المركزي السعودي يدفع سعر فائدة اليوم الواحد للبنوك التجارية التي تقوم بالإيداع لديها في نهاية اليوم. لهذا السبب، إذا لم يتم دفع قيمة مساوية على العملة الرقمية،

فسيكون للبنك التجاري حافز اقتصادي لاسترداد القيمة في كل يوم وإيداع هذه الأموال للاستفادة من السعر المذكور. يُذكر أننا، استناداً إلى طبيعة هذه المرحلة التجريبية، لم نطرح موضوع الفائدة لأن هناك تعقيدات أخرى يجب التركيز عليها في سياق عمليات الدفع عبر الحدود. وأحد الجوانب المهمة التي لاحظناها من خلال هذه التجربة والتي يجب أخذها بعين الاعتبار في المشاريع المستقبلية، خاصة إذا دخلت تلك المشاريع حيز التنفيذ الفعلي، هو أن هناك احتمالاً بأن تقوم البنوك التجارية بالاسترداد كل يوم، ما سيشكل عبئاً على البنك المركزي ويزيد من التكاليف بدلاً من خفضها، إلّا إذا دُفعت قيمة الفائدة على العملة الرقمية وكانت قيمتها مكافئة لسعر اليوم الواحد.

التحديات التي تواجهها الأعمال

يجب الاتفاق على مهلة حساب سعر الفائدة لليوم الواحد

يجب مراعاة الوقت الذي يتم فيه حساب سعر الفائدة عند دفع الفائدة على العملة الرقمية. من جهة أخرى، هناك تعارض بين هذه الفكرة والرغبة في الاستفادة من قدرة تقنية السجلات الموزعة على إنجاز المدفوعات عبر الحدود على مدار الساعة وطوال أيام الأسبوع.

يجب على البنك المركزي طمأنة البنوك التجارية بشأن الإنجاز النهائي للمعاملات

كان هنالك بعض القلق حيال استخدام النظام الجديد لإنجاز المعاملات بشكل نهائي وإمكانية أن تقوم الأطراف المقابلة بمحاسبة بعضها قانونياً عن المعاملات التي تتم، وأن هناك إمكانية أيضاً لإنجاز المعاملات بشكل نهائي بموجب القانون عند تنفيذ المعاملات في السجل. يُذكر أن هذا الأمر لا يعتبر عاملاً فنياً بل قانونياً. لهذا، إذا تم اتخاذ قرار بالمضي قدماً في استخدام هذا النظام، فيجب على البنوك المركزية إصدار تعميم أو توجيهات لشرح هذه النقطة للبنوك المشاركة.

هناك فرق بين القيمة الحقيقية والعملاء الحقيقيين والمعاملات الحقيقية

هدفت المرحلة التجريبية إلى استخدام أموال حقيقية في البداية، لكن المشكلة في هذا الأمر هو أن وجود أموال حقيقية قد يوحي بوجود عملاء حقيقيين أو معاملات حقيقية. ونظراً لصعوبة وتعقيد استبعاد معاملات محددة من أنظمة الإنتاج، وبسبب المخاوف المرتبطة باستخدام النظام التجريبي لإجراء مثل هذه المعاملات، كالمسؤولية القانونية على العملاء، فقد اتضح لنا أن هذا الأمر سيكون صعباً وقد يتسبب بتأخير تنفيذ المرحلة التجريبية وفقاً لجدولها الزمني المحدد. لهذا، تم اتخاذ قرار باستخدام قيمة حقيقية، وعملاء ومعاملات غير حقيقيين (من خلال عملية محاكاة)، حيث قامت البنوك التجارية بإيداع/التعهد بتوفير أموال حقيقية لدى البنك المركزي، وتم إعداد مبالغ مساوية بالعملة الرقمية لاستخدامها في محاكاة أنواع معينة من المعاملات التي تتم بين الطرفين المقابلين.

استخدام حساب نوسترو في عملية الاسترداد

تم طرح تساؤل حول الآلية التي يجب من خلالها تمويل عملية الاسترداد، خصوصًا أن العملة الرقمية تصدر بشكل ثنائي. لحلّ هذه المسألة، تم اتخاذ قرار باستخدام حساب نوسترو (Nostro Account) التابع للبنوك المركزية لدى البنك المركزي الآخر (أو البنوك المركزية الأخرى) من أجل تمويل عملية الاسترداد، وهو قرار أثبت فاعليته لاحقاً. يُذكر أن هذه الخطوة ساهمت في تسهيل الإجراءات بشكل ملحوظ، خاصة وأنها طُبقت بالفعل على مختلف أنواع المعاملات وعمليات التسوية، لكن علينا أن نأخذ بعين الاعتبار آلية إدارة هذه الخطوة، إذا ما أردنا المضي قدماً في هذا الأمر، وذلك لضمان توفير ما يكفي من السيولة. يمكن تحقيق ذلك، على سبيل المثال، من خلال إبرام اتفاقيات ثنائية بين البنوك المركزية حول آلية التعامل مع إجراءات السحب على المكشوف، ومعرفة كيف سيستفيد كل بنك من عملية الاستحواذ على العملة الأخرى لتجديد الموارد المالية.

أهمية وضع قيود

بناءً على النقاشات التي أجريت مع مختلف الجهات المعنية في البنوك المشاركة حول فكرة النظام الجديد، تبيّن للقائمين على المشروع أن وضع القيود هو مفتاح نجاح هذا المشروع، لكونها ستسهم في إدارة المخاطر، وستسمح للمشروع باستخدام أموال حقيقية في المراحل القادمة. تم تحديد القيود بناءً على قيمة العملة الرقمية، وإجمالي المبلغ الذي يمكن إصداره، وإجمالي المبلغ الذي يمكن استرداده، وحجم كل معاملة. وهناك نوعان من القيود: قيود يومية، قيود على مستوى المعاملة. يُذكر أن تطبيق هذه القيود، وإبرام الاتفاقيات مع مختلف الجهات المعنية لدى البنوك التجارية والمركزية المشاركة، كما هو مذكور أعلاه، مكّننا من الحصول على موافقة هذه الجهات على استخدام أموال حقيقية في المشروع.

الفصل العاشر

الخلاصة والعمل المستقبلي

التقرير النهائي لمشروع عابر

الخلاصة

تم إنجاز مشروع عابر بفضل التعاون المثمر بين جميع الجهات المعنية، بالإضافة إلى المساهمات القيمة التي قدمها البنكان المركزيان، والبنوك التجارية المشاركة، وشركاء التقنية، وهذا دليل على أن جميع هذه الأطراف تُدرك جيداً الحاجة الملحة إلى تطبيق تقنيات السجلات الموزعة من أجل التغلب على مواضع الشكوى في عمليات نقل الأموال عبر الحدود.

لكن النجاح الذي حققناه لم يتحقق بدون عقبات، إذ واجهنا في أثناء فترة تنفيذ المشروع مجموعة من التحديات وتغلبنا عليها، كما حققنا إنجازات بارزة. يضم هذا التقرير ملخصاً لبعض المساهمات والإنجازات التي حققها مشروع عابر.

لقد نجح مشروع عابر في تحقيق أهدافه الرئيسية، بما فيها استخدام حل جديد قائم على تقنية السجلات الموزعة لإرسال المدفوعات آنياً عبر الحدود بين البنوك التجارية دون أن تحتاج هذه البنوك إلى امتلاك أو تسوية حسابات نوسترو (Nostro Account) لدى بعضها البعض. ومن المتوقع أن تساهم هذه المنهجية في حل مشكلة انعدام الكفاءة في آليات الدفع عبر الحدود المتبعة حاليًا والتكاليف التي تنتج عنها.

استندت المنهجية المتبعة في هذا المشروع إلى الفكرة التي طُرحت ضمن سياق أحد أهداف هذا المشروع لإصدار عملة بنك مركزي رقمية فريدة من نوعها بشكل ثنائي، وصُمّم الحلّ بعد تنفيذ تحليل معمّق لمشاريع العملات الرقمية السابقة لدى البنوك المركزية. يُذكر أن مشروع عابر أرسى المجالات الإضافية التي يجب دراستها في المستقبل إذا ما أردنا تطبيق منهجية العملة الرقمية المشتركة لاحقاً.

تجدر الإشارة إلى أن مبادئ التصميم أُعدت بطريقة تسمح بإبراز مزايا تقنية السجلات الموزعة، وأهمها الحاجة إلى تطبيق مبدأ اللامركزية لأبعد الحدود. ما ساعدنا على تطبيق نظام مدفوعات النظراء بين البنوك التجارية دون الحاجة إلى إشراك البنوك المركزية. يُذكر أن مشروع حلّ عابر هو أول من طبق مبدأ اللامركزية وعالج في الوقت نفسه مخاوف البنوك التجارية بشأن الأمان والإنجاز النهائي، والخصوصية في مجال المدفوعات الواحدة، ما نتج عن تصميم بروتوكول خاص أطلق عليه اسم "بروتوكول عابر". لقد صب مشروع عابر جلّ تركيزه على تصوّر نظام مدفوعات قائم على تقنية السجلات الموزعة، وعابر للحدود بين البنوك، ويواكب احتياجات المستقبل.

تمكّنا من خلال مشروع عابر من إجراء عدد من التغييرات المهمة على أنظمة الدفع عبر الحدود الحالية. أولاً: قمنا بإنشاء عملة بنك مركزي رقمية مشتركة يمكن استخدامها بين مختلف مناطق الاختصاص، لذلك لم تعد البنوك التجارية بحاجة إلى الاحتفاظ بحسابات نوسترو (Nostro Account) لدى مختلف الأطراف المقابلة المعنية عبر الحدود. ثانياً: بالرغم من أن النظام الذي قمنا بتطبيقه يتطلب من البنوك المركزية إصدار واسترداد عملة البنك المركزي الرقمية، إلا أنه في الوقت نفسه لا يتطلب من البنوك المركزية تشغيل أنظمتها لكي تستمر عملية الدفع عبر الحدود؛ وذلك لأن هذه المهمة وُزّعت على كافة البنوك التجارية المشاركة (مع التأكد من تلبية متطلبات الخصوصية، والإنجاز النهائي، وغيرها من المتطلبات الأخرى). ثالثاً: اتسع نطاق عمل البنوك المركزية ليشمل امتلاك حسابات نوسترو (Nostro Account)لدى بعضها البعض التي استخدمت لاحقاً لتمويل عملة البنك المركزي الرقمية المُستردة (حيث كانت عملة البنك المركزي الرقمية تلك قد صدرت عن ذلك البنك المركزي تحديداً).

كما ساهم بروتوكول عابر أيضاً في التعامل مع أثر وجود عدة مناطق اختصاص على جوانب الأمان، والخصوصية، وقابلية المراجعة، ما أضاف بُعداً جديداً إلى مشكلة المدفوعات بين البنوك. ونعتقد أن حلّ عابر يشكل إنجازاً كبيراً على مستوى مبادرات عملات البنك المركزي الرقمية المشتركة الصادرة بشكل ثنائي.

الخطوات القادمة

استند مشروع عابر على التجارب والمشاريع التي سبقته في هذا المجال، وقدم مساهمات كبيرة لها وأضاف إليها قيمة جديدة. والأمر ذاته ينطبق على المشاريع اللاحقة، إذ يمكنها الاستفادة مما أنجزه مشروع عابر من أجل توسيع نطاق المحتوى المعرفي والخبرات في مجال عملات البنك المركزي الرقمية.

التسليم مقابل الدفع

في ظل انتشار استخدام تقنية سلسلة الكتل في مختلف المجالات، خاصة فيما يتعلق بموضوع ترميز مختلف الأصول، كالسندات والأوراق المالية، لا تزال عملية التكامل تشكل فرصة كبيرة لتحسين آليات التعامل مع تحدي التسليم مقابل الدفع ضمن سياق تقنية السجلات الموزعة. فعلى سبيل المثال، إذا تم إصدار سند وتداوله على سلسلة الكتل تستهدف السندات، فكيف يمكن تنفيذ المدفوعات بين الأطراف المقابلة بدقة متناهية والتخفيف من أوجه القصور التي تعاني منها العديد من أسواق الأوراق المالية المعاصرة؟

سيزيد إنشاء هذه الشبكات المختلفة على منصات أو بروتوكولات سلاسل كتل مختلفة من صعوبة هذا التحدي. لذا فإن تطوير منهجيات، وأطر عمل، وأصولاً للتركيز على عملية التكامل والتشغيل المتبادل هذه سيكون أحد المجالات المهمة في المشاريع المستقبلية، وذلك بهدف تحويل شبكات مثل عابر، إلى مسارات دفع عامة قائمة على تقنية السجلات الموزعة، واستخدامها جنباً إلى جنب مع شبكات أخرى مُعدّة خصيصاً لهذا الغرض.

توسيع نطاق مشروع عابر ليشمل سلة عملات

مشروع عابر سعى لإثبات جدوى العملة الرقمية الواحدة كأداة في عمليات التسوية عبر الحدود، ومن شأن هذه الخطوة أن توفر آلية دفع مقابل الدفع قادرة على التخفيف من مخاطر التسوية التي تنطوي على هذه الأنواع من المعاملات، وهي مخاطر سعت مؤسسات، مثل مؤسسة خدمات التسوية المرتبطة المستمرة (CLS) الأمريكية للتغلب عليها مقابل مجموعة محددة من العملات. وبما أن مشروع عابر يستلزم أن تكون العملة قابلة للتتبع دائماً من قبل الهيئة التي أصدرتها، فمن الممكن التأقلم بسهولة مع فكرة توسيع نطاق المشروع ليشمل دعم العملات المتعددة، وهو جانب يمكن دراسته أكثر مستقبلاً. من جهة أخرى، يعتبر قيام مشروع عابر بتنفيذ آليات التشغيل المتبادل مع شبكات عملة البنك المركزي الرقمية الأخرى نتيجة طبيعية لتبنيه

فكرة دعم العملات المُتعددة. لهذا، يمكن لعابر الاندماج مع شبكات عملة البنك المركزي الرقمية أو المبادرات المختلفة الجاري تنفيذها على مستوى العالم. الجدير بالذكر أن هذا الأمر قد يفرض عدداً من التحديات الفنية المرتبطة بموضوع التكامل والتشغيل المتبادل والتي يجب التغلب عليها، لأنه على ما يبدو ستكون بنية شبكات عملة البنك المركزي الرقمية في المستقبل، حيث ستنشئ المناطق أو الدول الكبرى شبكاتها الخاصة، وستسعى للاندماج مع غيرها.

تطوير وسائل لحساب قيمة الفائدة

كما ناقشنا سابقاً في هذه الوثيقة، تسليط مشروع عابر الضوء على مجموعة واسعة من الجوانب المتعلقة بالسياسة التي يجب الانتباه إليها عند استخدام العملة الرقمية المشتركة في المدفوعات بين الدول. وكان من بين أهم هذه الاعتبارات التباين في آلية التعامل مع الفائدة في الدول المختلفة، وكيف يمكن التعامل مع هذا الأمر في حلّ عملة البنك المركزي الرقمية. تم تحديد عدد من الخيارات العامة في هذا الشأن نظراً لاحتمالية طرح هذا الموضوع في المشاريع والأبحاث المستقبلية، خاصة وأن تقنية السجلات الموزعة تمتلك مزايا يمكن أن تسمح بمراجعة الآلية التي يتم من خلالها التعامل مع هكذا نظام بهدف توفير الحوافز المناسبة لتشجيع البنوك على اعتماد الحل واستخدامه والتخفيف من الآثار السلبية، كفرص المراجحة التي قد تنجم عن ذلك، على سبيل المثال.

المعالجة المباشرة للمدفوعات

يرتبط موضوع الفائدة إلى حد كبير بالحالات التي تنطوي على نماذج تقوم فيها البنوك التجارية بالحصول على عملة رقمية ثم استخدامها لفترة زمنية محددة قبل الاسترداد. يمكن الاستعاضة عن هذا النهج بنهج آخر لا يتم فيه الاحتفاظ بالعملة الرقمية، بل يتم تنفيذ عملية الإصدار والاسترداد بدقة متناهية كجزء من عملية تبادل القيمة في كل مرة يتم فيها تنفيذ عملية النقل. يُذكر أن هذا الأمر سيتطلب إجراء بحث مستفيض في عدد من المجالات الأخرى، منها على سبيل المثال: دراسة كيف يمكن لمبدأ "اعرف عميلك"، وإجراءات مكافحة غسل الأموال، وغيرها، أن تعمل في شبكة قائمة على تقنية السجلات الموزعة وعابرة للحدود، وما هي المعايير التي يجب تبنيها لكي نتمكن من استخدام الشبكة في تنفيذ مختلف المعاملات العابرة للحدود. كان هذا أحد الجوانب التي تم التطرق إليها سابقاً كجزء من مشروع عابر، حيث تم تطوير القدرات اللازمة لربط البيانات الوصفية، مثل ISO ٢٠٠٢٢ ورسائل SWIFT مع المعاملات، ولا يزال بالإمكان إجراء المزيد من الدراسة حول هذا الجانب مستقبلاً.

خوارزميات حلّ لتنظيم السيولة اللامركزي

كما هو الحال في مشروع أوبين، هناك نوع من المركزية في التعامل مع مشكلة توفر السيولة وآلية حلّه، وهو جانب يؤدي البنك المركزي فيه دوراً محورياً. ومن المجالات التي يمكن دراستها بشكل أكبر في المستقبل هو كيفية إدارة عملية حلّ لتنظيم السيولة بطريقة موزعة والتي قد تتطلب تبني أو إنشاء خوارزميات جديدة تستند إلى المزايا الفريدة لتقنية السجلات الموزعة. إضافة إلى ذلك، من المحتمل أن يتم اعتماد تقنية الذكاء الاصطناعي أو تعلّم الآلة (Machine learning) في هذا السياق إلى جانب منهجيات توفير السيولة الأخرى التي تتمتع بقدر أكبر من اللامركزية.

السياسة النقدية، والاعتبارات التنظيمية والاقتصادية

تناول مشروع عابر مجموعة من المعوقات على المستوى التقني التي تسببت سابقاً بعرقلة عملية تبني تقنية السجلات الموزعة في مجال العملة الرقمية للبنك المركزي. من جهة أخرى، يعتبر التطبيق الواقعي لرؤية مشروع العملة الرقمية للبنك المركزي القائمة على تقنيات السجلات الموزعة من خلال دراسة جوانب الأثر الاقتصادي وخصوصاً على السياسة النقدية والاستقرار المالي والآثار التنظيمية من المجالات التي يمكن دراستها والبحث فيها أكثر في المستقبل. ويشمل هذا القرارات المتعلقة بالمجالات النقدية كأسعار الصرف، وأسعار الفائدة التي يجب تطبيقها على العملة الرقمية الصادرة من خلال تقنية السجلات الموزعة. كما تعتبر الآثار التنظيمية لعملية الترميز والحلول القائمة على تقنية السجلات الموزعة (التي تشمل مشروع عابر والمشاريع المستقبلية) على الإطار القانوني والبنية التحتية للأسواق المالية الحاليين من المجالات الأخرى التي تحتاج إلى التقييم الشامل.

أخيراً، يجب تحليل التكاليف لمقارنة أنظمة الدفع القائمة على تقنية السجلات الموزعة، وآليات نقل الأموال عبر الحدود التقليدية لإثبات جدوى هذه التقنية.

الأدوار التشغيلية للبنك المركزي والمؤسسات الخاصة في مجال العملة الرقمية للبنك المركزي

تطرح كلّ من مبادرات العملة الرقمية للبنك المركزي المخصصة للبنوك مثل مشروع عابر، ومبادرات العملة الرقمية للبنك المركزي المخصصة للأفراد أسئلة مهمة حول دور البنك المركزي في إصدار العملة، وإدارة تدفقات المدفوعات عبر الحدود، والاسترداد النهائي لتلك العملة. وكما أوضحنا سابقاً دور البنك المركزي في تمكين المدفوعات عبر الحدود من خلال الاستفادة من بعض المزايا الفريدة لتقنية السجلات الموزعة، يمكننا أيضاً محاولة إتاحة العملة الرقمية للبنك المركزي كأداة يمكن للأفراد والشركات استخدامها، عوضاً عن حصرها للبنوك. ولتحقيق هذا، يجب النظر فيما إذا كان يجب السماح لعامة الناس بالوصول إلى العملة الرقمية للبنك المركزي بشكل مباشر والمطالبة بها. يُذكر أن إنشاء علاقة مباشرة بين البنك المركزي والمستخدم النهائي سيتطلب أن يتولى البنك المركزي بنفسه تنفيذ المهام التشغيلية مثل مبدأ "اعرف عميلك"، ما يعني أن البنك المركزي سيتحمل عبء الامتثال باللوائح التنظيمية ذات الصلة. لهذا، يفضل إعداد منهجية متدرجة لإصدار العملة الرقمية للبنك المركزي تشبه المنهجية المتبعة حالياً مع البنوك التجارية والتي تسمح لهذه البنوك بالوصول إلى مطالبات العملة الرقمية لدى البنك المركزي. في هذه الحالة، تكون البنوك التجارية هي الجهة التي تُصدر عملات البنك المركزي الرقمية للجمهور، مما يجعلها هي الوحيدة التي تتعامل مع المستخدم النهائي.

باعتقادنا، يعتبر هذا الجانب من الجوانب المهمة التي تستوجب الدراسة في المستقبل، مع ضرورة التركيز بشكل خاص على دراسة مختلف السياسات النقدية، وتأثير الاحتمالات الفنية المختلفة على الهيكليات التنظيمية، والقطاع بشكل عام، وكيف يمكن أن يؤدي ذلك إلى إحداث تحوّل في دور البنك المركزي. تسمح لنا التقنيات الحالية والناشئة بوضع تصور لعدد الوظائف القائمة حالياً والأدوار المختلفة للجهات المشاركة في هذا القطاع، ومن أهمها دور البنك المركزي وبالأخص علاقته بالمستخدمين الأفراد والبنوك التجارية.

قائمة المراجع

١. بيك، ٢٠١٧م بيك، أم. ألـ. آند غارات، أر.، عملات البنك المركزي المشفرة (١٧ سبتمبر، ٢٠١٧م). المجلة ربع السنوية لبنك التسويات الدولي، ١٧ سبتمبر (نسخة إلكترونية). متوفرة على الرابط https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709f.htm [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

٢. لجنة أنظمة الدفع والتسوية ٢٠١٢م لجنة أنظمة الدفع والتسوية واللجنة الفنية التابعة للمنظمة الدولية لهيئات الأوراق المالية، "مبادئ البنى التحتية للأسواق المالية" (أبريل، ٢٠١٢م).

٣. البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا، ٢٠١٨م البنك الاحتياطي لجنوب إفريقيا، مشروع كوكا، البحث في استخدام تقنية السجلات الموزعة في تسوية المدفوعات بين البنوك (يونيو ٢٠١٨م) (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.resbank.co.za/Lists/News%20and%20Publicatios/Attachments/8491/SARB_ProjectKhokha%2020180605.pdf، [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

٤. البنك المركزي الأوروبي، بنك اليابان، ٢٠١٧م ستيلا - مشروع بحث مشترك بين البنك المركزي الأوروبي وبنك اليابان. أنظمة الدفع: آليات توفير السيولة في بيئة السجلات الموزعة. (سبتمبر، ٢٠١٧م) (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط:

٥. https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/publications/pdf/ecb.miptopical190604.en.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

٦. البنك المركزي الأوروبي، بنك اليابان، ٢٠١٨م ستيلا - مشروع بحث مشترك بين البنك المركزي الأوروبي وبنك اليابان. أنظمة تسوية الأوراق المالية: آلية التسليم مقابل الدفع في بيئة السجلات الموزعة. (مارس، ٢٠١٨م) (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/stella_project_report_march_2018.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

٧. البنك المركزي الأوروبي، بنك اليابان، ٢٠١٩م ستيلا - مشروع بحث مشترك بين البنك المركزي الأوروبي وبنك اليابان. المدفوعات المتزامنة عبر الحدود. (يونيو ٢٠١٩م) (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/publications/pdf/ ecb.miptopical190604.en.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩]

٨. سلطة النقد في سنغافورة، مارس ٢٠١٧م مشروع أوبين: الدولار السنغافوري في السجلات الموزعة، تقرير مُعد بفضل مساهمات من بانك أوف أميركا ميريل لينش، بي سي أس لنظم المعلومات، شركة كريدت سويس، وبنك دي بي أس، وبنك أتش أس بي سي، وشركة جيه بي مورغان، ومجموعة ميتسوبيشي يو اف جيه المالية القابضة، وبنك أوه سي بي سي، وشركة أر٣، وبورصة سنغافورة، وبنك يو أوه بي (مارس ٢٠١٧). (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط:

.https://www.mas.gov.sg/-/media/MAS/ProjectUbin/Project-Ubin--SGD-on-Distributed-Ledger.pdf
[تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩]

٩. سلطة النقد في سنغافورة، نوفمبر ٢٠١٧م مشروع أوبين، المرحلة الثانية: إعادة تصميم في نظام التسوية الإجمالية الآنية بين البنوك باستخدام تقنيات السجلات الموزعة(نوفمبر ٢٠١٧)، (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.mas.gov.sg/-/media/MAS/ProjectUbin/Project-Ubin-Phase-2-Reimagining-RTGS.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩]

١٠. بنك كندا، ٢٠١٧م مشروع جاسبر، تجربة كندية في مجال استخدام تقنية السجلات الموزعة لتسوية المدفوعات المحلية بين البنوك (سبتمبر ٢٠١٧م)، (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.payments.ca/sites/default/files/29-Sep-17/jasper_report_eng.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩]

١١. بنك كندا، ٢٠١٨م مشروع جاسبر، المرحلة الثالثة، تسوية الأوراق المالية باستخدام تقنية السجلات الموزعة، أكتوبر ٢٠١٨م، (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.payments.ca/sites/default/files/jasper_phase_iii_whitepaper_final_0.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

١٢. بون، ٢٠١٦م بون جيه، درايجا تي، الشبكة البرقية لعملة البيتكوين: دفعات فورية خارج السلسلة قابلة للتوسع، يناير ٢٠١٦م، (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://lightning.network/lightning-network-paper.pdf تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

١٣. ثوماس، ٢٠١٥م ثوماس أس، شوارتز إي، بروتوكول إنترليدجر للمدفوعات، (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط:

١٤. https://interledger.org/ interledger.pdf [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩] بنك كندا، سلطة النقط في سنغافورة، ٢٠١٩م مخطط تصميم مشروع جاسبر - أوبين Design Paper، تمكين عمليات النقل عالية القيمة عبر الحدود باستخدام تقنيات السجلات الموزعة (مايو، ٢٠١٩م) (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط: https://www.mas.gov.sg/-/media/Jasper-Ubin-Design-Paper.pdfs[تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

١٥. شركة أر٣، ٢٠١٩م الوثائق الرئيسية لمنصة كوردا المعتمدة من شركة أر٣ (نسخة إلكترونية) الصفحة الرئيسية: https://docs.corda.net المفاهيم الأساسية > الإجماع: https://docs.corda.net/key-concepts-consensus.html [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

١٦. منصة هايبرليدجر فابريك، ٢٠١٩م وثائق منصة هايبر ليدجر فابريك (نسخة إلكترونية) الصفحة الرئيسية: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io تطبيق خاصية مزود خدمة العضوية مع تقنية خلط الهويات: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.4/idemix.html [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

١٧. ماكينزي، ٢٠١٦م قطاع المدفوعات العالمية ٢٠١٦م: أُسس قوية في ظروف تفتقر للاستقرار (نسخة إلكترونية) متوفرة على الرابط:
https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Financial%20Services/Our%20Insights/A%20mixed%202015%20for%20the%20global%20payments%20industry/Global-Payments-2016.ashx

١٨. [تاريخ آخر دخول، ٢٦ ديسمبر، ٢٠١٩م]

في حال وجود أي استفسار، يمكنكم مراسلتنا على العناوين الإلكترونية التالية:

البنك المركزي السعودي

البريد الإلكتروني: finsecdev@sama.gov.sa

مصرف الإمارات العربية المتحدة المركزي

البريد الإلكتروني: *uaecbbod@cbuae.gov.ae*