هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space & Technology Commission

خطة استخدام النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X)

سبتمبر 2023 م

cst.gov.sa

01
مقدمة

تهدف هذه الخطة إلى تحديد توجه هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية في توفير الترددات لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (Vehicle-2-Everything أو V2X) في المملكة العربية السعودية، وذلك بهدف مواكبة التطور المتسارع في أنظمة النقل الذكي (ITS) ومساهمتها في تمكين المدن الذكية، كما تُستخدم تطبيقات أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) لإدارة الحركة المرورية والسلامة على الطرق، وتوفير البيانات الإرشادية لقائدي المركبات وغيرها من التطبيقات، وكذلك تُسهم هذه التطبيقات في تخفيف الازدحام المروري، وتحسين تجربة قائدي المركبات ورفع مستوى السلامة على الطرق، إضافةً إلى تمكين المركبات ذاتية القيادة في المستقبل.

وسعياً لدعم أنظمة اتصال المركبات بالأشياء في المملكة وإتاحة الترددات لتطبيقاتها؛ فقد أعدت هذه الخطة بعد دراسة التطورات التقنية لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X)، وأبرز الممارسات الدولية لتنظيمها، كما طلبت الهيئة -قبل طرح هذه الخطة- مرئيات العموم حيال توجهها حول هذا الموضوع خلال شهر أكتوبر 2022م، بهدف تحليل المرئيات الواردة من أبرز الشركات التقنية ومصنعي السيارات والمعدات التقنية والتحالفات العالمية بالإضافة إلى عدد من الجامعات بالمملكة.

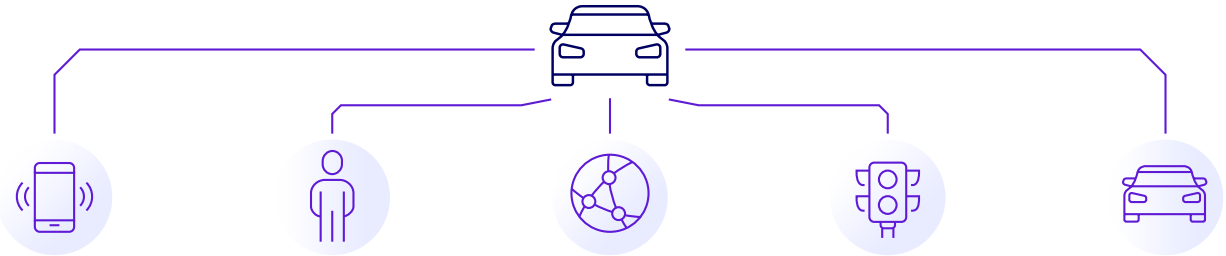
02

خطة الاستخدام التجاري والمبتكر للطيف الترددي (2021-2023)

نشرت الهيئة خطة تمكين الاستخدامات التجارية والمبتكرة للطيف الترددي 2021م-2023م، في مارس 2021م حيث تأتي الخطة تنفيذاً للاستراتيجية الوطنية للطيف الترددي 2025م ومبادرة تعزيز الاستخدامات التجارية والمبتكرة، وتحقيقاً لرؤية الاستراتيجية نحو توسيع آفاق الاتصالات الراديوية في المملكة لتحقيق مستقبل زاهر وآمن. وتضمن القسم (3.9) من خطة الاستخدام التجاري والمبتكر للطيف الترددي الإشارة إلى دعم الهيئة لتمكين أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) ، حيث أُعدت هذه الخطة وفقاً لما ورد في خطة تمكين الاستخدامات التجارية والمبتكرة للطيف الترددي 2021-2023م بشأن توفير الترددات لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X).

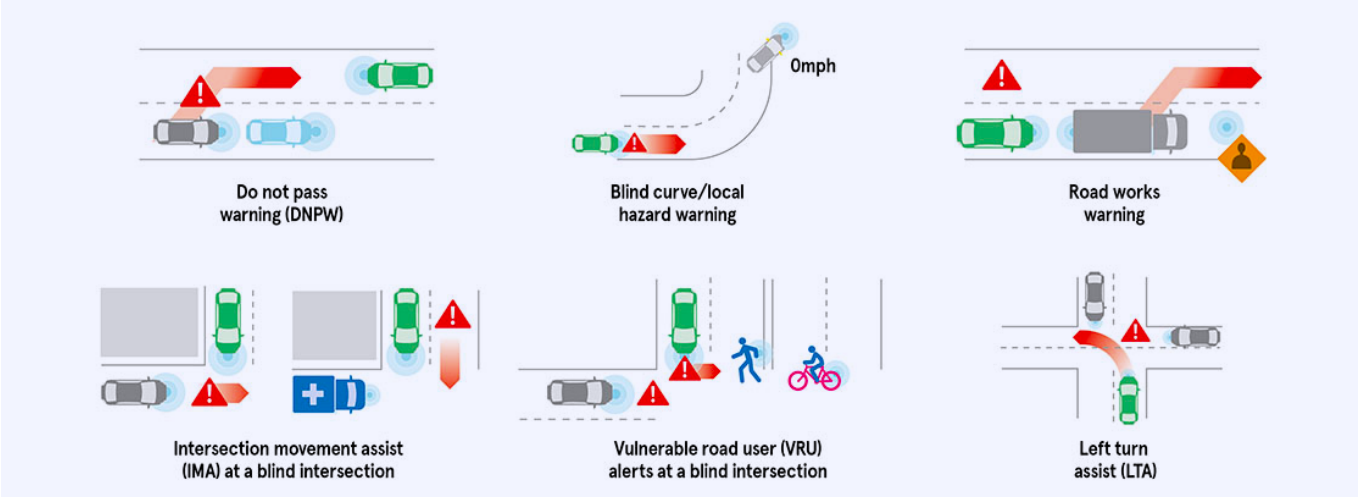
03 التطبيقات وأنواع الاتصال

تتزايد أهمية ربط المركبات بشبكات الاتصالات المختلفة لبناء نظام ذكي متكامل وتتضمن أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) الأنواع التالية من الوحدات الطرفية:



ونظرًا لكون العديد من هذه التطبيقات تتعلق بأنظمة السلامة؛ فإنه من الضروري توفير اتصالات لاسلكية ذات موثوقية عالية لنقل البيانات وتعد تطبيقات تعريف المركبات وتحصيل الرسوم على الطرق من أوائل استخدامات أنظمة اتصال المركبة بالأشياء والتي اعتمدت في اتصالاتها اللاسلكية على النطاقات المعفاة من التراخيص، ويوضح الشكل رقم (1) أمثلة لحالات استخدام أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X)

ويعد توفير البنية التحتية لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء ممكنًا رئيسيًا للمركبات ذاتية القيادة في المستقبل. وتتوفر تقنيات لاسلكية متعددة تدعم تطبيقات أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) بما في ذلك التطبيقات المتعلقة بالسلامة وتلبي المتطلبات اللازمة للموثوقية.



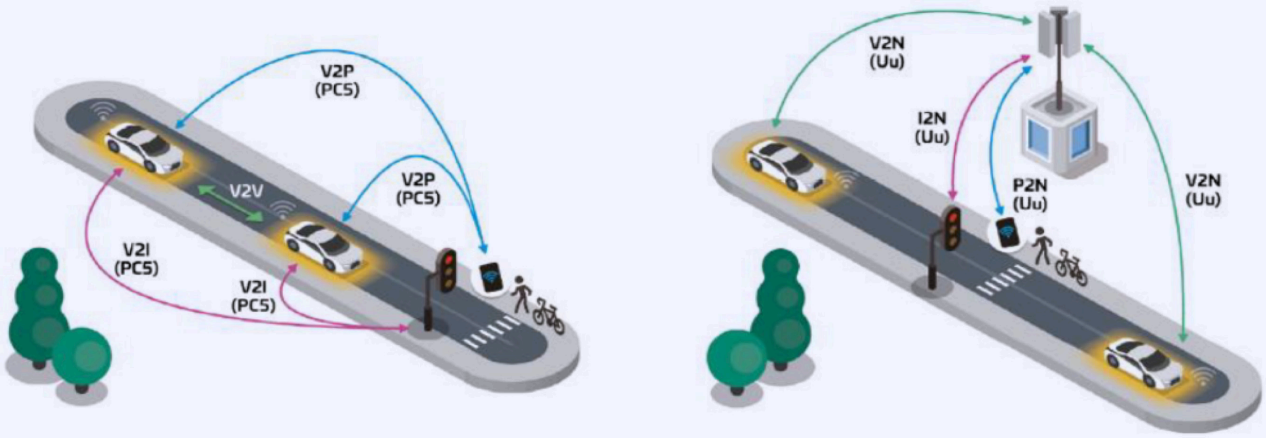
الشكل رقم (1): أمثلة لحالات استخدام أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) [1]

1. https://www.avnet.com/wps/portal/abacus/resources/article/v2x-future-of-vehicle-communications

وفيما يتعلق بأنواع الاتصال، فإن أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) تنقسم إلى نوعين: الأول اتصال مباشر قصير المدى، والثاني اتصال عبر شبكات الاتصالات العامة. وتختلف التقنيات والترددات المستخدمة حسب نوع نظام الاتصال؛ حيث يستخدم النوع الأول النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز كنطاق متوافق عليه عالميًا، بينما يستخدم النوع الثاني الترددات المخصصة لشبكات الاتصالات العامة ويوضح الشكل رقم (2) أنواع الاتصالات واستخدامات الوحدات الطرفية لكل من نوعي الاتصال.

Direct
V2V/V2I/V2P
in ITS bands (e.g. ITS 5.9 GHz)
independent of cellular network

Network based
V2N/I2N/P2N
in bands designated for mobile communication networks



الشكل رقم (2): أنواع الاتصالات لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) [2]

2. Image Credit: 5G Automotive Association (5GAA)

04
التطورات التقنية

يوضح هذا القسم التقنيات السائدة لتوفير التطبيقات وحالات الاستخدام وأنواع الاتصالات المتعددة والتي تم إيجازها في الأقسام السابقة:

01 الاتصالات قصيرة المدى المتخصصة (Dedicated short-range communications) أو (DSRC)

تم تطويرها كأول تقنية لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) في النطاق (5.9) جيجاهرتز، وتستخدم هذه التقنية معيار معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE 802.11p) ، كما قامت منظمة التقييس الأوروبية (ETSI) بتطوير معايير مطابقة لما تم العمل به في معيار (IEEE 802.11p) تحت مسمى تقنية (ITS-G5) التي تتطابق مع تقنية (DSRC) من حيث آلية العمل باستثناء أن تقنية (ITS-G5) هي الاسم الأوروبي البديل.

02 اتصال المركبة بالأشياء عبر الشبكات الخلوية (Cellular V2X أو C-V2X)

تم تطويرها كجزء من معايير منظمة التقييس الدولية (3GPP) بدءًا من الإصدار 14، بحيث يمكن استخدام شبكات الاتصالات العامة الجيل الرابع أو الجيل الخامس في أنظمة اتصال المركبة المركبة بالأشياء (V2X) ، كما تدعم هذه التقنية استخدام النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز في الاتصال المباشر قصير المدى بشكل مستقل عن شبكات الاتصالات العامة.

وتتباين الدول في توجهاتها لتبني تقنيتي (DSRC) و (C-V2X) ، حيث تحدد بعض الدول استخدام إحدى هاتين التقنيتين بشكل حصري فيما تنتهج دول أخرى أسلوب حيادية التقنية وسيتم توضيح ذلك بشكل مفصل في القسم التالي من هذا التقرير.

وعلى الرغم من وجود توافق عالمي على استخدام النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز لأنظمة اتصال المركبات بالأشياء؛ إلا أن محدودية التوافق العالمي في اختيار التقنية المناسبة تعد أحد الأسباب الرئيسية لضعف الانتشار العالمي لأنظمة اتصال المركبة.

05
الممارسات التنظيمية للدول

قامت عدد من الدول بإصدار تنظيمات لاستخدام ترددات في النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز لاستخدامات اتصال المركبات بالأشياء (V2X) ، وأخذت الهيئة بعين الاعتبار الممارسات المتبعة في الدول التالية:

ويمكن القول بإيجاز أن هناك اختلافات بين الدول في توزيع كامل النطاق (5855 - 5925) ميجاهرتز لاستخدامات اتصال المركبات بالأشياء (V2X) ، حيث تختلف في ذلك بناء على الأقاليم الموزعة من الاتحاد الدولي للاتصالات وأيضا حسب التوزيعات السابقة في هذا النطاق. فعلى سبيل المثال، قامت هيئة الاتصالات الفيدرالية (FCC) في الولايات المتحدة الأمريكية بتوزيع 75 ميجاهرتز (من 5850 إلى 5925) ميجاهرتز لتطبيقات أنظمة النقل الذكية في عام 1999م وتحديدها لتقنية (DSRC) باعتبارها التقنية المفضلة في تلك الفترة ولكن قامت هيئة الاتصالات الفيدرالية (FCC) بإعادة توزيع هذه الترددات مؤخرًا للأجهزة المعفية من الترخيص وتقنية (C-V2X)، حيث أفادت الهيئة بأن تقنية (DSRC) لم تستغل الترددات المحددة لها بشكل جيد[3].

وفي أوروبا، قامت المفوضية الأوروبية (EC) بتوزيع الترددات (5855 - 5875) ميجاهرتز لأنظمة النقل الذكية غير المتعلقة بالسلامة، بينما قامت بتوزيع الترددات (5875 - 5925) ميجاهرتز للأنظمة المتعلقة بالسلامة[4].

3. https://www.fcc.gov/document/fcc-modernizes-59-ghz-band-improve-wi-fi-and-automotive-safety-0
4. https://docdb.cept.org/download/4232

قامت دول أخرى مثل الصين وكوريا وأستراليا وسنغافورة - بتوزيع أو دراسة توزيع ترددات النطاق (5.9) جيجاهرتز لتطبيقات أنظمة النقل الذكية[5]. حيث دعمت الصين -مثلا- تحديد تقنية المركبات المتصلة (C-V2X) كتقنية مفضلة لهذه الأنظمة حيث قامت بتوزيع النطاق (5905 - 5925) ميجاهرتز لهذه التقنية. بينما قامت اليابان بتوجه فريد وذلك بتحديد عدة نطاقات ترددية هي (755.5-764.5) و (5770 - 5850) ميجاهرتز للتطبيقات المتعلقة بالسلامة وتطبيقات تحصيل الرسوم على الطرق. يوضح الشكل رقم (3) ملخصًا للممارسات الدولية المتبعة لتحديد ترددات في النطاق (5.9) جيجاهرتز لتطبيقات اتصال المركبة بالأشياء (V2X).

الشكل رقم (3) : التوجهات التنظيمية للدول في تحديد النطاق 5.9 جيجاهرتز لتقنيات (V2X)

5. https://5gaa.org/wp-content/uploads/2018/07/5GAA_WhitePaper_ITS-spectrum-utilization-in-the-Asia-Pacific-Region_FINAL_160718docx.pdf

06

نتائج تحليل مرئيات العموم

قامت هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية بنشر وثيقة طلب مرئيات العموم حول استخدام النطاق الترددي (5.9) جيجاهرتز لتقنيات اتصال المركبة بالأشياء(V2X) خلال شهر أكتوبر 2022 م، حيث تضمنت تلك الوثيقة استطلاع المرئيات حول الترددات والتقنيات وخيارات تنفيذ اتصال المركبة بالأشياء (V2X) في المملكة. وتود الهيئة تقديم جزيل الشكر لجميع الجهات والأفراد على تقديم مرئياتهم القيمة، حيث تلقت الهيئة أكثر من 16 رداً من مصنعي السيارات وخبراء تقنيين وتحالفات دولية ومقدمي خدمات اتصالات عامة وغيرها من جهات مهتمة بهذه التقنية، ويوضح الشكل رقم (4) تلك الجهات.

الشكل رقم (4): الجهات التي قامت بالرد على وثيقة طلب مرئيات العموم (باستثناء الأفراد)

يمكن تلخيص نتائج تحليل الردود الواردة على وثيقة طلب المرئيات في النقاط التالية:

• هناك تباين بشأن التقنية المفضلة لاتصال المركبة بالأشياء (V2X) ، حيث تفضل بعض الجهات تقنية (C-V2X) بينما تفضل جهات أخرى تقنية (DSRC / ITS-G5).

• تطرقت معظم المرئيات إلى مسألة التعايش بين تقنيات اتصالات المركبة بالأشياء المختلفة، وأن الدراسات لا تزال مستمرة للتحقق من تعايش تلك التقنيات. وأكدت عدد من الجهات أن الدراسات الحالية لم تثبت إمكانية التعايش بينها حتى الآن، بينما أفادت إحدى الجهات بوجود بعض التوصيات للتعايش التي لم يتم اعتمادها بعد.

• حرصت الجهات التي لم تبدِ تفضيلها لتقنية محددة على ضرورة توحيد المعايير المستخدمة بين تقنيات اتصالات المركبة بالأشياء، حيث يعتقدون أن ذلك أهم الركائز الأساسية نحو تحقيق التمكين التقني لاتصال المركبات بالأشياء عالمياً والذي يضمن تحقيق التعايش على الجانبين لكلا التقنيتين.

• هناك اتفاق على استخدام النطاق (5.9) جيجاهرتز لأنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X)للاتصالات المباشرة قصيرة المدى كشبكة خاصة مستقلة، كما أن الذين يدعمون تقنية (C-V2X)يرون مناسبة الترددات المخصصة حاليًا لأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT).

• الاتفاق على ضرورة حجز ما لا يقل عن (20) ميجاهرتز من نطاق (5.9) جيجاهرتز للتطبيقات المتعلقة بالسلامة. كذلك تمت مناقشة الأجزاء الأخرى من النطاق من قبل بعض الجهات والتي اقترحت أن يتم إتاحة جزء من النطاق للاستخدامات المعفية من الترخيص .

• أظهرت نتائج المرئيات أقدمية تقنية (DSRC / ITS-G5) وكونها التقنية السائدة في معظم الدول الأوروبية. ومن جانب آخر، أبدت بعض الجهات أن تقنية (C-V2X) يمكن أن تستفيد من تطور تقنيات الجيل الرابع والجيل الخامس لدعم تطبيقات أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) المتقدمة، بالإضافة إلى التبني المتسارع في دول أخرى كالولايات المتحدة والصين.

• يتم النظر إلى تقنية (C-V2X) على أنها تقنية قابلة للتطور، وأن هناك عدداً من التجارب والاختبارات القائمة في بعض الدول لحالات الاستخدام المختلفة والعمل على تطوير الجيل الحديث من هذه التقنية (NR-V2X).

• التأكيد على أهمية الجهود التنظيمية لتمكين تقنيات أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X) وأن المنظمين والدول بحاجة لاتخاذ الخطوات اللازمة في سبيل سد الفجوة بين السياسات التنظيمية والتقنيات الحديثة.

07

تمكيـن أنظمـة اتصـال المركبـة بالأشياء (V2X) بالمملكة

قامت الهيئة بإعداد هذه الخطة بهدف تمكين أنظمة اتصال المركبة بالأشياء (V2X)

بدايةً، ترى الهيئة أن تقنية اتصال المركبة بالأشـياء عبر الشـبكات الخلوية (C-V2X) هو مسـتقبل أنظمة النقل الذكي بالمملكة وذلك لعدة أسـباب، من أهمها؛ حالات الاسـتخدام المتقدمة التي توفرها التقنية وتكاملها مع شـبكات الجيل الرابع والجيل الخامس التي يمكن استغلالها في هذه الأنظمـة. على الرغم من ذلك، تدرك الهيئة بوجود تحديـات لهذه التقنية وأنها لا تزال قيد التطوير وتخضع للتجـارب في مختلف الدول. كما تدرك الهيئة أن تقنية (DSRC/ITS-G5) تعتبر من التقنيات المهمة والتي تم الاعتماد عليها لفترة طويلة في بعض دول العالم. لذلك، ستقوم الهيئة بمتابعة أحدث التطورات المستقبلية لكلتا التقنيتين أولاً بأول.

كمـا يتضح للهيئة أن التعايش بين تقنية (DSRC/ITS-G5) وتقنيـة (C-V2X) لم يتم إثباته حتى الآن، وبالرغم من وجود عدد من الدراسات في هذا الشأن، إلا أنه لا يوجد حل عملي للتعايش في الوقت الراهـن. لذلـك قامت الهيئة بإتاحة جـزء من النطـاق (5.9) جيجاهرتز لاسـتخدامات تقنية (C-V2X) واعتبارها التقنية المفضلة في المملكة. وفي الوقت نفسـه، لن تقوم الهيئة بإتاحة كامل النطاق لاسـتخدامات تقنية (C-V2X)، حيث سـيتم إتاحة جزء من النطاق لتلك الاستخدامات وذلك لضمان المرونة في توزيع الجزء المتبقي من النطاق مع ضمان الاستخدام الأمثل للطيف الترددي.

وفـي ضوء ذلك، تـم توزيع النطاق (5.9) جيجا هرتـز على النحو التالي: إتاحـة النطاق (5905-5925) ميجاهرتـز بعرض نطاق (20) ميجاهرتز لتطبيقات تقنية (C-V2X) أمـا بخصوص النطاق (5855-5905) ميجاهرتز، فلن يُتاح لأي استخدامات في الوقت الحالي للنظر في توفير هذه الترددات مستقبلا بما يمكن التقنيات الناشـئة ويحقق الاستخدام الأمثل للطيف الترددي. وتدعو الهيئة مصنعي الأجهزة والجهـات البحثية للتقدم بطلب إجراء التجارب الفنية بالمملكة لدراسـة التقنيات في هذا النطاق مثل (DSR / ITS-G5) و (AdvancedC-V2X أو NR - V2X) والشـبكات المعفية من التراخيص (Wi-Fi). علما بأن الأجهزة المسـتخدمة على متـن المركبات (OBUs) معفية من ترخيص اسـتخدام الطيف الترددي، بينما اسـتخدام الوحدات الموجودة على جانب الطريق (RSUs) يتطلب ترخيص اسـتخدام الطيف التـرددي، كما أن كليهما يجب أن يتبع المعايير الخاصة بتقنيـة (C-V2X) مع التنويه إلى أن الهيئة تقوم بالتنسيق في ذلك مع الجهات الوطنية ذات العلاقة.

فيمـــا يتعلق بالمعايير التقنية والفنية، فترى الهيئة أهمية اســـتمرار جهود التقييس لتوحيد معايير أنظمة النقل الذكي، وإصدار معايير الاختبارات، والمواءمة مع الأنظمة التقنية ذات العلاقة، إضافة إلى دعم الهيئة لدراسات التعايش بين التقنيات المختلفة لاتصالات المركبات بالأشياء. وفي ضوء عدم جاهزية المعايير المطلوبة لمطابقة الأجهزة المستخدمة لهذه التقنية، فستستمر الهيئة في متابعة المستجدات في مجال التقييس والمشاركة في بناء المعايير اللازمة للاختبارات والمطابقة وإلى ذلك الحين، سيتم دراسة طلبات مطابقة الأجهزة حسب كل حالة وفقا لما تراه الهيئة.

ختامـــاً ، توضح الهيئة أن هـــذه الخطة مبدئية ، وما ذكـــر فيها قابل للتغيير بناءً على المســـتجدات التقنية واحتياجات المســـتخدمين بالمملكة؛ وذلك بما يخدم أنظمة اتصال المركبة بالأشياء وتوفير احتياجاتها من الطيف الترددي وتنظيم وتعزيز التبني العالمي لأنظمة النقل الذكي.

CST
هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space &
Technology Commission
cst.gov.sa