موقع مكتبة محاكاة الأجهزة

مكتبة أجهزة ومعدات الفضاء

بالتفاصيل

شركة أسترا لإطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة

Astra

مارس 2022 م – إصدار رقم 3 .

ترجمة وإعداد/ م. عبد المجيد أمين الجندي Abdul-Majid Elgendy .

المحتويات

المحتويات 2
مقدمة 6
مراحل تطور الشركة Astra Milestones 12
الصاروخ Rocket-2.0 17
المواصفات 18
داربا ومسابقة الإطلاق 19
الصاروخ Rocket 3.0 24
الحمولة Payload 28
مصادر حول الصاروخ Rocket 3.0 33
الصاروخ Rocket 3.1 34
الحمولة Payload 34
المواصفات 36
تنفيذ الإطلاق 36
الرحلة LV0006 38
مواصفات الرحلة 38
نتائج التحقيقات 40
الرحلة LV0007 41
نظرة عامة على المهمة والهدف Overview and Objective 41
مواصفات الرحلة 41
الجدول الزمني للرحلة Mission Timeline 42
الصاروخ Rocket 3.3 43
الإطلاق Launch 44
تأجيل الإطلاق يوم الخميس 18 نوفمبر 45

تنفيذ الإطلاق 45
المصادر 47
الرحلة LV0008 48
مواصفات الرحلة 48
الخط الزمني لعملية الإطلاق Launch Timeline 50
إحصاءات خاصة بالمهمة 50
الحمولة Payload 51
الإطلاق Launch 52
تحديد أسباب فشل إطلاق الرحلة LV0008 لأرخص صاروخ في العالم 52
مراجع 56
مصطلحات 57
موضوعات أخري 58

لقراءة المقالة بما قد يتوفر من صور متحركة علي الموقع اضغط علي الرابط التالي:

شركة أسترا Astra الخاصة لمركبات الإطلاق الفضائي

إذا أردت أن تطير مع النسور وتدخل نادي العظماء، توقف عن السباحة مع البط

(البط هنا = السلبي، المتشائم، كثير الشكوي، الغير راضي، الذي يعمل لكي يري الناس لا لكي يفيدهم، المتردد، المحبط، من توقف عن التعليم ....الخ)

إذا كنت ممن يحبون إفادة المجتمع بالعلم ولديك القدرة علي إعداد مقال في مجال الفضاء، فراسلنا علي البريد التالي: instsimcom@gmail.com **نفع الله بنا وبكم.**

إخلاء مسؤولية

يبذل موقع "مكتبة محاكاة الأجهزة" كل ما في وسعه لتأكيد دقة المعلومات الواردة عليه وبداخل الكتب المنشورة به ولكنه لا يضمن الدقة المطلقة. وباستخدامك الموقع أو الملفات التعليمية ، تؤكد موافقتك هنا على عدم مسؤوليتنا عن أي أضرار أو خسائر قد تنشأ عن أي خطأ في الترجمة أو معلومات غير دقيقة أو أخطاء أو أخطاء مطبعية.

حقوق الملكية

© جميع الحقوق محفوظة للمهندس عبدالمجيد أمين الجندي.

هذه الملفات التعليمية متاحة لجميع قارئي اللغة العربية مجاناً حيث يجوز نشرها أو الاقتباس منها بشرط الإشارة إلي المصدر، لكن لايجوز استغلالها بشكل مادي أو تجاري أو تدريسها في أماكن تعليمية خاصة بدون موافقة خطية من المؤلف شخصيا.

في حالة وجود أخطاء غير مقصودة، يرجي التواصل معنا عبر الموقع الإلكتروني وحساباتنا علي مواقع التواصل الاجتماعي.

الإصدارات السابقة

- سبتمبر 2020 م – إصدار رقم 1 .
- نوفمبر 2021 م – إصدار رقم 2 .
- لتفقد آخر إصدار: كتاب : شركة أسترا Astra لإطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة

روابط هامة

الموقع الإلكتروني : http://www.inst-sim.com/3/

صفحتنا علي فيس بوك : https://www.facebook.com/3instSimSpace

مجموعة الفيس بوك : Group

مجموعة لينكدإن : Linkedin

مقدمة

شركة أسترا Astra هي شركة لمركبات الإطلاق الفضائي ومقرها في ألاميدا Alameda ، كاليفورنيا California . تم تأسيس أسترا Astra في أكتوبر 2016 بواسطة كريس كيمب Chris Kemp الرئيس التنفيذي CEO وآدم لندن Adam London رئيس قسم التكنولوجيا CTO . وحملت الشركة اسم (شركة الصاروخ الشبح) Stealth Rocket Company لفترة زمنة معينة.

هناك مسمي آخر Ad Astra .

آدم لندن Adam London (يسار) وكريس كيمب Chris Kemp (يمين) ، مؤسسا Astra ، داخل غرفة اختبار محرك الصواريخ- Bloomberg

أمضى الرئيس التنفيذي CEO كريس كيمب Chris Kemp والبالغ من العمر 42 عامًا ما يقرب من خمس سنوات في وكالة ناسا NASA . لكنه ليس عالم صواريخ. انضم كريس Chris إلى وكالة ناسا في عام 2007 بعد إدارته لسلسلة من الشركات الناشئة على الإنترنت ، وأصبح في النهاية كبير مسؤولي التكنولوجيا Chief Technology Officer في وكالة الفضاء.

أثناء وجوده في وكالة ناسا NASA ، قام برعاية مشروع برمجيات مفتوحة المصدر يسمى Open Stack ، والذي تحول إلى مركز بيانات Data Center وظاهرة الحوسبة السحابية. غادر كريس Chris في عام 2011 م، على أمل الاستفادة من نجاح مشروع Open Stack ، لكن شركته التالية ، Nebula ، وجدت نفسها في منافسة شديدة من خدمات الحوسبة السحابية لشركة Amazon.com Inc ، واستحوذت شركة Oracle Corp على جزء من شركة Nebula في عام 2015 م. لم يكن كريس Chris متأكدًا مما يجب فعله بعد ذلك ، وأمضى عامين في البحث عن أفكار جديدة ، إلى أن التقى بآدم لندن Adam London ، المؤسس المشارك في شركة أسترا Astra ورئيس قسم التكنولوجيا CTO .

لندن London هو رجل الصواريخ ، يبلغ من العمر 46 عامًا ويحمل درجة الدكتوراه في هندسة الطيران Aerospace Engineering من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT وموهبة في حساب معاملات السحب Drag Coefficients ومفاقيد الجاذبية Gravity Losses في رأسه. أمضى 12 عامًا في إدارة شركة صواريخ صغيرة تسمى Ventions في قلب سان فرانسيسكو San Francisco . ركزت شركة Ventions ذات العدد الصغير من الموظفين على تصغير تكنولوجيا الصواريخ في مختبرهم المؤقت ، والعمل في عقود مع وكالة ناسا ودارپا DARPA ، بالإضافة إلي الاستشارات الفردية. بحلول عام 2016 م، كان لندن London مصمم على بناء صاروخ أحلامه ، لكنه كان بحاجة إلى المزيد من رأس المال. بدأ كريس Chris وموهبته في الفوز على المستثمرين وكأنها مباراة ، لذلك بعد العديد من المحادثات ، تضافرت جهودهم. وقال لندن London "لقد أحببت حماس كريس Chris ، وقدرته على التفكير في القصة ، وبالتأكيد شبكة اتصالاته".

مصنع صواريخ ينبض بالحياة داخل منشأة تبلغ مساحتها 250 ألف قدم مربع بجوار حي ألاميدا Bloomberg - Alameda .

تعتبر الشركة منافساً فعالاً لشركة معمل الصواريخ Rocket Lab ، ولها هدف مماثل يتمثل في إطلاق الحمولات في المدار بتكلفة أقل من المعتاد.

هدف أسترا Astra هو توفير منصة إطلاق فعالة من حيث التكلفة لإطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة إلى المدار ، حيث تصنع الشركة صاروخًا أرخص من المنافسين في مصنع آلي للغاية وتستخدم عملية إطلاق مؤتمتة للغاية لخفض التكاليف. وتهدف الشركة إلى تقديم خدمات الإدراج المداري إلى مدار يبلغ ارتفاعه 310 ميلاً (تقريبا 500 كم) للحمولات التي تزن ما بين 110 و 330 رطلاً (تقريبا من 50 إلى 150 كجم).

يقول مؤسسو الشركة أنهم يريدون أن تكون شركتهم كشركة فيديكس FedEx Corp ولكن في مجال الفضاء. إنهم يهدفون إلى إنشاء صواريخ صغيرة رخيصة يمكن إنتاجها بكميات كبيرة لتسهيل الرحلات الفضائية يوميا ، وإيصال الأقمار الصناعية إلى مدار أرضي منخفض LOW-EARTH Orbit مقابل أقل من مليون دولار لكل عملية إطلاق. المصدر

وقال الرئيس التنفيذي CEO كريس كيمب Chris Kemp إنه يركز بشكل أقل على عملية الإطلاق (يقصد عملية إطلاق الصاروخ Rocket 3.0 حيث كان تصريحه قبل هذا الإطلاق بفترة) هذه بقدر ما يركز على الخدمات اللوجستية لإنشاء العديد من الصواريخ. يقول: "لقد ألقينا نظرة أوسع بكثير على كيفية توسيع نطاق الأعمال".

- الموقع الإلكتروني: أسترا Astra .

- حساب تويتر: Astra .

التصنيع : في منشآت أسترا Astra في ألاميدا Alameda ، كاليفورنيا California .

الاختبارات : في منشآت أسترا Astra بكاليفورنيا California .

الإطلاق : من (باسيفيك سبيس بورت) مجمع المحيط الهادئ للإطلاق الفضائي Pacific Spaceport Complex PSCA في جزيرة كودياك Kodiak Island في ألاسكا Alaska .

يضم بقية فريق أسترا Astra المكون من 150 شخصًا بعض قدامى المشاركين في مجال الطيران والفضاء – منهم موظفون سابقون في شركة SpaceX مثل كريس طومسون Chris Thompson (أحد أعضاء الفريق المؤسس لشركة SpaceX) ، ومات ليمان Matt Lehman (فريق الدفع Propulsion) ، وروجر كارلسون Roger Carlson (كبسولة دراجون Dragon Capsule) ، وبريسون جينتيل Bryson Gentile (صاروخ فالكون Falcon-9). ولكن هناك أيضًا مجموعة كبيرة من الأشخاص الذين جاؤوا من مجالات أخرى تمامًا. تم إنجاز الكثير من أعمال بناء المحرك من قبل بن فارانت Ben Farrant ، وهو رجل محرك سابق في البحرية Navy Engine. قام ليس مارتن Les Martin ، مهندس البنية التحتية للإطلاق والاختبار Launch and Test Infrastructure Engineer ، ببناء منصات اختبار لشركة SpaceX وشركة Virgin Galactic وشركة Firefly

Aerospace بعد تعلم الإلكترونيات في المارينز Marines . يقول: "لم أكن أعرف أول شيء عن الصواريخ ، متى دخلت فيها". "ولكن مع هذه الشركات الناشئة ، أنت تشارك بسرعة كبيرة في كل جانب تقريبًا."

جمعت أسترا Astra أكثر من 100 مليون دولار من مستثمرين بما في ذلك Acme و Advance و Airbus Ventures و Canaan Partners و Innovation Endeavors و مارك بينوف Marc Benioff المؤسس المشارك في شركة Salesforce. تدفقت المليارات على مشاريع رحلات الفضاء التجارية Commercial Spaceflight على مدى السنوات القليلة الماضية ، وغالبًا للشركات الناشئة الجديدة ، مثل أسترا Astra ، تبتعد عن التنافس مباشرةً مع شركة SpaceX التابعة لرجل الأعمال Elon Musk وصانعي الصواريخ الكبيرة المدعومين من الحكومة.

مركبات الإطلاق الضخمة تطير مرة واحدة تقريبًا في الشهر ، وتكلف من 60 مليون دولار إلى 300 مليون دولار لكل عملية إطلاق ، وعادة ما تحمل أطنانًا من البضائع. وتقول شركة أسترا Astra أن عمليات إطلاقها اليومية (تهدف إلى حمل حوالي 450 رطلاً من الحمولة إلى المدار) ستنقل حمولات عشرات الشركات التي تصنع سلالة جديدة من الأقمار الصناعية الصغيرة ، مثل Planet Labs و Spire Global و Swarm Technologies.

في حين أن الشبكات المدارية Orbital Networks التقليدية تتكون من عدد قليل نسبيًا من أقمار صناعية بحجم السيارة ، إلا أن شركة Planet ومنافسيها ينتجون عشرات إلى مئات من الأقمار الصناعية بحجم كرة السلة لاستخدامها في مدارات محددة جدًا لتصوير Photograph الأشياء على الأرض وتعقبها Track وربطها Connect تقريبا في الوقت الحقيقي Real Time. حاليا ، لا أحد يعرف حقًا حجم سوق الصواريخ الصغيرة أو مدى قابليتها للاستمرار في نقل هذه الأقمار الصناعية. تعتبر شركة Rocket Lab ، وهي شركة أسسها بيتر بيك Peter Beck في أوكلاند Auckland في عام 2006 م، صانع الصواريخ الصغيرة الوحيدة ونشيطة في إطلاقها. وحققت شركة Rocket Lab نجاح كبير عام 2019 م، حيث وضعت ستة صواريخ في الفضاء ، ولديها حوالي 12 عملية إطلاق أخرى مقررة لهذا العام (2020 م). ووضع نجاحها ضغوطًا هائلة على شركات مثل أسترا Astra و Virgin Orbit للحاق بالركب.

عملت أسترا Astra في سرية جزئيًا لتجنب الضغط عليها لتحديد مواعيد نهائية غير واقعية. يمتلك معظم عمالها سير ذاتية علي شبكة الإنترنت تذكر أن صاحب العمل باسم "شركة الفضاء الخفية Stealth Space Company" ، ولم يكن هناك موقع ويب للشركة. في محطة ألاميدا البحرية الجوية Alameda Naval Air Station السابقة ، استحوذت أسترا Astra على مبنى متهالك استخدم منذ عقود لاختبار المحركات النفاثة Jet Engine بداخله ، مما ساعد في الحفاظ على سريته سليمة. يوجد بالمنشأة نفقان Tunnels طويلان يرسلان النار والهواء الساخن Fire And Scorching Hot Air عبر أبراج العادم Exhaust Towers والجدران الخرسانية السميكة القادرة على امتصاص التأثيرات المتفجرة للاختبارات التي تتم بشكل خاطئ.

إلى جانب مبنى اختبار الصواريخ Rocket Test Building الخاص بها ، تقوم شركة أسترا Astra بتجميع منشأة تصنيع Manufacturing Facility تبلغ مساحتها 250 ألف قدم مربع يقول كيمب Kemp إنها ستكون قادرة على إطلاق مئات الصواريخ سنويًا. يقول: "تتمثل استراتيجيتنا في التركيز دائمًا على المحصلة النهائية". "لا شيء مقدس. نحن قادرون على توصيل حمولات مربحة بقيمة 2.5 مليون دولار لكل عملية إطلاق ، وهدفنا هو الاستمرار في خفض هذا السعر وزيادة أداء نظامنا ".

الدليل موجود في الإطلاق المداري. تزدهر معظم الحرف الأولى لشركات رحلات الفضاء بطريقة سيئة ، لكن لدى Rocket Lab سجل إطلاق لا تشوبه شائبة تقريبًا. يقول بيك ، مهندس الصواريخ العصامي ، إن كماله هو نقطة بيع. يقول: "إذا أراد شخص ما بناء صاروخ غير دقيق للغاية ،

فدعوه". "أنا لست مصممًا لأبني القرف." تراجعت عمليتا الإطلاق السابقتان لشركة Astra ، كل واحدة من نسخة أصغر من صاروخها الحالي ، مرة أخرى على ساحل Kodiak في عام 2018 م، وتحطمت في عروض نارية مذهلة.

داخل منشأة إنتاج الصواريخ التابعة لشركة أسترا Astra في ألاميدا Alameda ، كاليفورنيا California .

مراحل تطور الشركة Astra Milestones

- **أكتوبر 2016 م – شركة مسجلة**

تأسست Astra في ولاية ديلاوير Delaware . تعاون كل من كريس كيمب Chris Kemp وآدم لندن Adam London وعينا فريق آدم Adam كمهندسين مؤسسين ، وانطلقوا في مهمة لتوفير خدمة الوصول اليومي إلى الفضاء Daily Access to Space .

- **يناير 2017 م – بناء مرفق اختبار الصواريخ Rocket Test Facility**

بناء منشأة لتطوير واختبار الصواريخ Rocket Development and Test Facility في ألاميدا Alameda ، كاليفورنيا من خلال تجديد مرفق سابق لاختبار المحركات النفاثة Jet Engine Test Facility في محطة ألاميدا الجوية البحرية Alameda Naval Air Station السابقة.

- **يوليو 2018 م – إطلاق الصاروخ Rocket 1.0**

تم إطلاق صاروخ Rocket 1.0 بنجاح من كودياك Kodiak ، ألاسكا Alaska .

- **نوفمبر 2018 م – إطلاق الصاروخ Rocket 2.0**

تم إطلاق الصاروخ Rocket 2.0 بنجاح من كودياك Kodiak ، ألاسكا Alaska . على الرغم من أن الرحلة كانت أقصر من المخطط لها ، وتم الاستفادة بالعديد من الدروس في الصاروخ Rocket 3.0.

- **مارس 2019 م – تم اختيار أسترا Astra كمرشح نهائي في تحدي إطلاق داربا DARPA**

بينما كنا في وضع التخفي ، تم اختيارنا كواحد من ثلاثة متسابقين نهائيين من بين أكثر من 60 شركة فضاء للتنافس في تحدي إطلاق داربا DARPA Launch Challenge.

- **يوليو 2019 م – بناء مصنع الصواريخ Rocket Factory**

تم الانتهاء من المرحلة الأولى من مقرنا الجديد الذي تبلغ مساحته 250 ألف قدم مربع ومصنع الصواريخ Rocket Factory في ألاميدا Alameda ، لتوسيع فرعنا الذي تبلغ مساحته 15 فدانًا في ألاميدا Alameda.

قال كيمب Kemp في تصريح صحفي أن الأبطال المجهولين هم الفرق التي تنتج الصواريخ ، حيث لدينا مصنع للصواريخ ينتج الصواريخ بمعدل صاروخ واحد شهريًا.

- **أكتوبر 2019 م – بناء ميناء كودياك الفضائي Kodiak Spaceport**

تم الانتهاء من بناء أول ميناء فضائي Spaceport مخصص لشركة أسترا Astra في مجمع Pacific Spaceport في كودياك ، ألاسكا.

- **يناير 2020 م – بدأ إنتاج الصاروخ Rocket 3.0**

بدأ إنتاج صواريخ من الإصدار Version 3.0 في مصنع الصواريخ Rocket Factory الجديد الخاص بنا.

* المصدر Source – أسترا Astra .

من المحتمل أن تكون مركبة الإطلاق الخاصة بشركة أسترا Astra معتمدة على الخبرة المكتسبة من خلال تطوير مركبة الإطلاق SALVO ، على الرغم من أنها لم تقم بأي عمليات إطلاق. يتم تغذيتها بالكيروسين Kerosene والأكسجين السائل Liquid Oxygen LOX . ويتم تشغيل المرحلة الأولى First Stage من صاروخ أسترا Astra بواسطة خمسة محركات Delphin بقوة 28 كيلو نيوتن لكل محرك وتعمل بمضخات كهربية تعمل بالبطارية Battery-Powered Pumps ، بينما تستخدم المرحلة الثانية Second Stage محركًا يسمى Aether.

أُجريت رحلتان تجريبيتان شبه مداريتان Suborbital في عام 2018 م، من مجمع المحيط الهادئ للإطلاق الفضائي Pacific Spaceport Complex PSCA في ألاسكا Alaska :

- رحلة يوم 20 يوليو 2018 م (الصاروخ Rocket 1.0).
- رحلة يوم 29 نوفمبر 2018 م (الصاروخ Rocket 2.0).

يعتقد حدوث فشل في إطلاق كلا الصاروخين. ومع ذلك ، ذكرت أسترا Astra أن كلاهما كان ناجحًا وأن الرحلة الثانية كانت "أقصر مما كان مخططًا". أمضت أسترا Astra عام 2019 في تصميم وبناء الصاروخ Rocket 3.0 بدمج أنظمة الدفع Propulsion Systems وإلكترونيات الطيران Avionics ومكونات الضغط / السباكة الأخرى Pressurization/Plumbing Components في مركبة إطلاق مدارية Orbital Launch Vehicle عالية الأداء تعمل بمضخة كهربائية Electric Pump .

في الفترة من عام 2018 إلى 2020 م ، كانت أسترا Astra منافسًا في مسابقة إدارة المشاريع البحثية الواعدة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية DARPA والتي اطلق عليه اسم مسابقة إطلاق DARPA Launch Challenge ؛ أولاً ، كواحدة من ثلاثة فرق(انسحبت شركة Virgin Orbit ، وهي جزء من إمبراطورية رحلات الفضاء للملياردير ريتشارد برانسون والتي كانت تعمل على صاروخها منذ حوالي عقد من الزمن ، من المسابقة – تقدمت شركة Vector Launch Inc ، الشركة المتنافسة الثالثة ، بطلب إفلاسها في ديسمبر 2019 م) ، على الرغم من أن أسترا Astra في هذه المرحلة أبقت مشاركتها سرية ولم يُشار إليها إلا باسم "الشركة الناشئة الخفية Stealth Startup" من قبل منظمي المسابقة ، ثم مع خروج الفريقين الآخرين ، كان فريق أسترا Astra الوحيد المتبقي في المسابقة. تضمنت المسابقة إطلاق حمولتين مختلفتين من الأقمار الصناعية الصغيرة في مدار من موقعين مختلفين للإطلاق في الولايات المتحدة مع وقت قصير جدًا بين عمليات الإطلاق. حاولت أسترا Astra إجراء إطلاق للمسابقة في أواخر فبراير – أوائل مارس 2020 من مجمع PSCA ، ولكن كان عليها أن تلغي محاولات الإطلاق وفي النهاية ، لم تطلق صاروخًا للمسابقة. مع عدم قدرة الفريق الوحيد المتبقي في المسابقة فريق (أسترا Astra) على إطلاق صاروخ في الإطار الزمني المحدد ، أعلنت داربا DARPA إغلاق مسابقة DARPA Launch Challenge في 2 مارس 2020 بدون فائز. و لم يطالب أحد بالجائزة التي تبلغ 12 مليون دولار.

في يونيو 2020 م، أعلنت وزارة الدفاع أنها تخطط لمنح أسترا Astra (وخمس شركات أخرى) عقدين تجاريين لإطلاق قمر صناعي باستخدام التمويل المقدم من خلال قانون CARES.

للفوز بمبلغ 12 مليون دولار ، ستحتاج أسترا Astra إلى وضع قمر صناعي من اختيار وكالة داربا DARPA التابعة للبنتاجون في المدار الصحيح. ستقوم الوكالة بعد ذلك باختيار موقع إطلاق آخر – ربما في مكان ما في كاليفورنيا أو فلوريدا أو فيرجينيا – وتمنح أسترا Astra بضعة أسابيع للحصول

على صاروخ جديد على منصة الإطلاق Launchpad الجديدة. سيكون تحولًا سريعًا بشكل لا يصدق لصناعة يكون مطلوب فيها مدة من ستة إلى 12 شهرًا كفترة زمنية نموذجية مطلوبة لمعايرة التفاصيل الخاصة بمواقع الإطلاق والحمولات الجديدة.

الصاروخ Astra Rocket-1.0 – الصورة Astra

Type	Serial	Date	LS	Payload	Note
Astra Rocket-1	Rocket-1.0	21.07.2018 *F	Kd LP-2	R&D	Flight terminated 21 seconds after launch.
Astra Rocket-2	Rocket-2.0	29.11.2018 *F	Kd LP-2	R&D	Flight failed shortly after launch.
Astra Rocket-3	Rocket-3.0	23.03.2020 F%	Kd LP-3B	Astra Rocket-3.0	Accident during wet dress rehearsal.
Astra Rocket-3	Rocket-3.1	12.09.2020 F	Kd LP-3B	Astra Rocket-3.1	Flight terminated ~30 seconds after launch due to pogo/thrust oscillations that pushed the rocket off course.

Astra Rocket-3	Rocket-3.2	Planned	Kd LP-3B		

مواقع الإطلاق Launch sites :

- Kd = Pacific Spaceport Complex - Alaska (Kodiak Launch Complex), Kodiak Island, Narrow Cape, Alaska, USA USA.
- WI = Mid-Atlantic Regional Spaceport (MARS), Wallops Island, Virginia, USA.

الصاروخ Rocket-2.0

الصاروخ Astra Rocket-2.0 – الصورة Astra

المواصفات

الاسم	الصاروخ Rocket 2.0 – الموديل Astra Rocket-2 .
الشركة المصنعة	أسترا Astra .
عدد المراحل Stages	مرحلتين
نوع الوقود Fuel	الكيروسين Kerosene والأكسجين السائل Liquid Oxygen LOX .
المرحلة الأولي First Statge	
المرحلة الثانية Second Statge	
الإرتفاع	38 قدمًا (11.6 مترًا)
القطر Diameter	1.32 متر
موقع الإطلاق Launch Site	مجمع المحيط الهادئ للإطلاق الفضائي Pacific Spaceport Complex PSCA في جزيرة كودياك Kodiak Island في ألاسكا Alaska – Kd LP-2 .
تاريخ الإطلاق Launch Date	يوم 29 نوفمبر 2018 م
حالة الإطلاق Status	فشل الرحلة بعد وقت قصير من الإطلاق Flight failed shortly after launch..
الحمولة Payload	

داربا ومسابقة الإطلاق

مسابقة أو تحدي DARPA Launch Challenge ،هي مبادرة أنشأتها وكالة البحث والتطوير العسكرية الأمريكية داربا DARPA . حيث تقول DARPA أنها تريد شركات مثل شركة أسترا Astra جاهزة لتسليم الحمولات العسكرية إلى المدار بتكلفة منخفضة في غضون مهلة قصيرة ، مما يمنح القادة القدرة على نشر المعدات المدارية بسرعة أو إعادة تشكيل شبكات الاتصالات والمراقبة Communications And Surveillance Networks (في حالة تدميرها).

تقول داربا DARPA على موقعها على الإنترنت: "اليوم ، الإطلاق الفضائي Space Launch هو عملية تستغرق سنوات ، وتعتمد على عدد محدود من أماكن الإطلاق التي تحتوي على بنية تحتية ثابتة معقدة ومكلفة وفريدة من نوعها". ويركز تحدي إطلاق DARPA Launch Challenge على التغلب علي الوقت والتكنولوجيا والأنظمة والعمليات التي تضع حاليًا صعوبات في الوصول إلى الفضاء.

يهدف التحدي إلى:

- تقليل البنية التحتية اللازمة للإطلاق Launch Infrastructure إلى الحد الأدنى.
- تحسين الاستجابة Responsiveness .
- الاستفادة من التطورات التي تتم في الإطلاق التجاري Commercial Launch للحصول علي قدرات إطلاق مرنة Flexible Launch Capabilities تتم في أيام بدلاً من سنوات ، من أجل الدفاع عن أمتنا".

قال تود ماستر Todd Master ، مدير البرنامج في مكتب التكنولوجيا التكتيكية Tactical Technology Office التابع لدربا DARPA: "عندما أعددنا هذا التحدي في الأصل ، تم إعداده إلى حد كبير للاستفادة من الإمكانيات المتوفرة في السوق التجارية". "لقد رأينا مجموعة من الشركات المثيرة للاهتمام حقًا والتي كانت تقوم بأشياء مثيرة للاهتمام ، ويبدو أن العديد منها لديه إمكانية تحقيق أهدافنا الخاصة بتحدي إطلاق داربا DARPA Launch Challenge ، وأهدافنا هي نظام مرن Flexible وسريع الاستجابة Responsive . عندما أقول مرنًا ، أعني الإطلاق من أي مكان. وعندما أقول متجاوبًا Responsive ، أعني الإطلاق عند الطلب On-Demand . تلك هي أهدافنا التي نريد الوصول إليها يومًا ما ، وسنكون قادرين على فعل ذلك من أي مكان وفي أي وقت حرفيًا".

كان نظام الإطلاق سريع الاستجابة Responsive /عند الطلب On-Demand على قائمة أمنيات الجيش الأمريكي لسنوات. وقامت داربا DARPA برعاية العديد من الجهود العسكرية لدعم تطوير مركبة الإطلاق تحقق ذلك ، دون نجاح يذكر.

قال ماستر Master في مؤتمر صحفي عبر الهاتف في 18 فبراير / شباط 2020 م: إن قاذفة أقمار صناعية صغيرة Small Satellite Launcher مرنة ستساعد الجيش في "مهام مثل استطلاع ساحة المعركة ، وتقييم أضرار المعركة ، والمهام التي نستخدمها تكتيكيًا للغاية اليوم". هذه المهام نستخدمها

تكتيكيًا عندما يكون لدينا هيمنة جوية Air Dominance وسيطرة جوية Air Control . يصبح الأمر أكثر صعوبة عندما نتحدث عن المجال الجوي المحمي Protected Airspace فوق بلدان أخرى أو بالقرب من الخصوم الذين لديهم القدرة على حرماننا من ذلك.

وقال ماستر Master : "أعتقد أنك ستلاحظ استخدامًا أكبر بكثير للاتصالات التكتيكية للمهام قصيرة المدة في المستقبل ، حيث تنخفض التكلفة المتاحة للقيام بذلك ...". "إذا كان بإمكانك تخيل شيء مثل غارة للقوات الخاصة على هدف محمي خلف خطوط العدو ، فإن القدرة على نشر قدر كبير من الاتصالات لنقل البيانات ... أعتقد أنها ستكون حاجة قوية نراها ، خاصة عندما ننظر إلى بعض الأشياء التي نظرنا إليها في داربا DARPA ، من منظور الشكل الذي قد تبدو عليه ساحة المعركة (المستقبلية). ستصبح القدرة على إدخال البيانات وإخراجها أمرًا بالغ الأهمية حقًا ".

انتهي البرنامج التجريبي للطائرة الفضائية Experimental Spaceplane Program التابع لداربا DARPA ، والمعروف سابقًا باسم XS-1 ، فعليًا الشهر الماضي (يناير 2020 م) عندما انسحبت شركة Boeing من الشراكة. اختارت DARPA شركة Boeing لقيادة تطوير معزز فرط صوتي قابل لإعادة الاستخدام Reusable Hypersonic Booster يمكن أن ينطلق مثل الصاروخ ، ثم ينشر مرحلة عليا Upper Stage لإرسال حمولة إلى المدار ، ثم العودة إلى الأرض والهبوط على المدرج.

وانتهى برنامج آخر لوكالة داربا DARPA – وهو مبادرة الوصول إلي الفضاء من الجو Airborne Launch Assist Space Access ALASA في عام 2015 م ، دون وضع أي شيء في المدار. من خلال برنامج ALASA ، تهدف داربا DARPA وشركة بوينج Boeing إلى تطوير صاروخ يتم إطلاقه من الجو بعد سقوطه من بطن طائرة مقاتلة من طراز F-15E و يمكنه وضع قمر صناعي صغير في المدار.

كما دعمت داربا DARPA إطلاق أول رحلتين لصاروخ فالكون Falcon 1 التابع لشركة SpaceX في عامي 2006 م و 2007 م. وفشلت كلتا المهمتين في الوصول إلى المدار ، وبعد تحقيق النجاح أخيرًا مع الصاروخ فالكون Falcon 1 ، أنهت شركة SpaceX البرنامج لصالح صاروخها الأضخم فالكون Falcon 9.

أعلن المسؤولون عن تحدي إطلاق DARPA في فبراير 2018 م، وتأهلت ثلاث شركات للمسابقة العام الماضي (2019 م). لكن شركة Vector Launch ، وهي إحدى شركات الإطلاق ، أوقفت عملياتها وقدمت طلبًا للإفلاس العام الماضي (2019 م) قبل إجراء أي محاولة إطلاق مدارية. وانسحبت الشركة الأخرى Virgin Orbit من تحدي DARPA Launch Challenge للتركيز على المهام التجارية ، وفقًا لدربا DARPA.

ترك ذلك شركة أسترا Astra ، التي كانت تعمل في وضع التخفي ، لتكون الشركة الوحيدة التي لا تزال تنافس على الجائزة. وفي يوم 03 فبراير 2020 م ، خرجت أسترا Astra من وضع التخفي بقصة روائية حصرية نشرتها بلومبرج Bloomberg .

* المصدر Source .

الإطلاق الناجح للمهمة الأولى من جزيرة كوديك Kodiak Island سيمنح أسترا Astra مبلغ وقدره 2 مليون دولار من أموال جائزة داربا DARPA ، وإذا نجحت المهمة الثانية بحلول 31 مارس 2020 م ، فستدفع داربا DARPA الجائزة المتبقية والبالغة 10 ملايين دولار إلى أسترا Astra.

في محاولة لاختبار مرونة أسترا Astra ، لم يكشف مسؤولو DARPA عن مطوري حمولات أول مهمة في التحدي إلا قبل شهر من الإطلاق ، وفقًا لما ذكره ماستر Master. ولم يتم تسليم الحمولات إلى أسترا Astra للتكامل Integration مع الصاروخ (الذي أطلقت عليه Astra اسم "1 of 3" أو "Rocket 3.0) إلا قبل أقل من أسبوع من تاريخ الإقلاع المخطط له.

المهمة الثانية في تحدي إطلاق DARPA لديها نافذة إطلاق مدتها 14 يومًا تفتح في 18 مارس 2020 م ، وفقًا لما قاله ماستر Master. ستنطلق المهمة الثانية من منصة إطلاق منفصلة في كوديك Kodiak وتختلف عن الإطلاق رقم Launch 1 ، لكن داربا DARPA لم تبلغ Astra بموقع الإطلاق حتى 18 فبراير ، أي قبل شهر من فتح نافذة الإطلاق ، وذلك من أجل تحدي فريق إطلاق المركبة.

نصت قواعد تحدي إطلاق DARPA في الأصل على أن الرحلة الثانية يجب أن تقلع من موقع إطلاق مختلف عن موقع الإطلاق Launch 1 . لذا هناك مواقع إطلاق أخرى قيد الدراسة بواسطة DARPA للإطلاق رقم Launch 2 في هذا التحدي ، ومنها:

- جزيرة والوبس Wallops Island ، فيرجينيا Virginia : قال مسؤولو داربا DARPA إنهم فكروا بعناية في تنفيذ الإطلاق رقم Launch 2 من منشأة والوبس للطيران Wallops Flight Facility التابعة لناسا على الساحل الشرقي في فيرجينيا Virginia . لكن موقع الإطلاق Launch Range في والوبس Wallops أكثر ازدحامًا من كوديك Kodiak ، حيث يتم استخدام منصات الإطلاق في أوائل هذا العام (2020 م) بواسطة صواريخ Antares و Minotaur التابعين لشركة Northrop Grumman . وهناك منصة إطلاق Launch Pad جديدة في والوبس Wallops تخص شركة Rocket Lab –المنافسة لشركة أسترا في سوق الإطلاق الصغير– تخضع أيضًا للاختبار النهائي قبل مهمة Rocket Lab الأولى من فرجينيا Virginia في الأشهر المقبلة. وقال ماستر Master أن السلامة العامة في والوبس Wallops كانت أيضًا مصدر قلق ، حيث تقع بالقرب من المناطق المأهولة بالسكان عكس ما هو عليه مجمع الإطلاق في جزيرة كوديك ، ألاسكا .
- قاعدة فاندنبرج الجوية Vandenberg Air Force Base .
- جزيرة سان نيكولاس San Nicolas Island في كاليفورنيا California .

تم فتح نافذة إطلاق مدتها أسبوعان للإطلاق رقم Launch 1 في 17 فبراير بموجب قواعد تحدي الإطلاق التابع لـ DARPA ، وطلبت أسترا Astra وقتًا إضافيًا لإعداد الصاروخ وتم تحديد موعد إطلاق أولي يوم الثلاثاء 25 فبراير 2020 م.

مركبة الإطلاق الخاصة بشركة أسترا Astra ذات المرحلتين – التي تم تجميعها بالفعل في مقر الشركة في ألاميدا ، كاليفورنيا – وصلت إلى جزيرة كودياك على متن طائرة نقل جوي في 18 فبراير 2020 م. يبلغ طول الصاروخ 38 قدم (11.6 متر) وعرضه 52 بوصة (1.32 متر) ، ووصلت مركبة الإطلاق داخل مقطورة قياسية Standard Trailer ، تم نقلها بالشاحنات من المطار إلى مجمع Pacific Spaceport – ألاسكا على الجانب الجنوبي الشرقي من جزيرة كودياك لبدء الاستعدادات للإطلاق.

وصول مركبة الإطلاق إلى جزيرة كودياك على متن طائرة نقل جوي – الصورة داربا DARPA

قال ماستر Master : "ما تراه عندما تبدأ هو في الأساس منصة خرسانية فارغة ، مع فكرة أنه في يوم من الأيام يمكنك تمديد هذا إلى أي مكان".

"لذلك لا يتمكن الفريق من الوصول إلى المنشأة الفعلية لبدء الاستعدادات لمعداتهم أو مركباتهم حتى أيام قبل (الإطلاق)."

“What you see when you start is basically a bare pad of concrete, with the idea that one day you could extend this to anywhere,” Master said. “So the team doesn’t get access to the actual facility to start doing preparations of their equipemtn or their vehicle until days before (launch).”

في الأسبوع الماضي ، قام فريق صغير مكون من أقل من عشرة من المهندسين والفنيين في أسترا Astra بتفكيك معدات الدعم الصاروخي والأرضي Rocket And Ground Support Equipment ، بما في ذلك منصة الإطلاق المتنقلة Mobile Launch Mount . وقامت أسترا Astra أيضًا بدمج ثلاثة أقمار CubeSats وحمولة إضافية Hosted Payload في المرحلة الثانية من الصاروخ.

صرحت وكالة داربا DARPA يوم الإثنين 24 فبراير 2020 م ، أن عملية الإقلاع ستؤجل من موعد إطلاقها المقرر يوم الثلاثاء 25 فبراير بسبب "حدث طقس شتوي كبير" يُتوقع أن يؤثر على جزيرة كودياك. وغردت داربا DARPA على موقع تويتر: "سيتم تحديد تاريخ إطلاق جديد عندما تتحسن الظروف ، وسيتم تعديل ساعة العد التنازلي للإطلاق Launch Countdown Clock وفقًا لذلك".

تمت إعادة ضبط ساعة العد التنازلي Countdown Clock على الموقع الإلكتروني لتحدي الإطلاق الخاص بـ DARPA لمحاولة إطلاق محتملة الخميس 27 فبراير . تم حذف إشعارات تحذير المجال الجوي Airspace Warning Notices التي تم إصدارها في الأصل لمحاولات الإطلاق يومي الثلاثاء والأربعاء واستبدالها بتحذيرات بشأن محاولات الإطلاق المحتملة الخميس والجمعة والسبت.

تفتح نافذة الإطلاق اليومية Launch Window في الساعة 3:30 مساءً بالتوقيت الشرقي (أو 2030 بتوقيت جرينتش GMT – 11:30 صباحًا بتوقيت ألاسكا القياسي) وتمتد لثلاث ساعات.

بينما تمتد نافذة الإطلاق رقم Launch 1 حتى 1 مارس 2020 م ، قال ماستر Master الأسبوع الماضي إن المسؤولين سيضمنون أن لدى أسترا Astra أربعة أيام إطلاق على الأقل مع توفر الطقس الجيد قبل إغلاق تحدي إطلاق DARPA. وقال ماستر Master : "لذلك إذا هبت رياح شديدة خلال الأسبوعين المقبلين ، وهو ما أتمنى ألا يحدث ، فسنمنحهم وقتًا إضافيًا".

الصاروخ Rocket 3.0

الصاروخ Astra Rocket 3.0 هو الإصدار الثالث وأول إصدار مداري Orbital Version لشركة أسترا Astra ليعمل كمركبة إطلاق للأقمار الصناعية الصغيرة. وهو مصمم لحمل 100 كجم إلي المدار الأرضي المنخفض LEO .

في يناير 2020 م ، بدأ إنتاج صواريخ الإصدار Version 3.0 في مصنع الصواريخ Rocket Factory الجديد الخاص بشركة أسترا Astra. وتم بناء ثلاث مركبات من هذا الإصدار الأولي لاختبارات الطيران Flight Tests ، قبل إنتاج نسخ محسنة.

قالت الشركة علي موقعها الإلكتروني : "صُنعت الصواريخ بشكل أساسي من الألومنيوم خفيف الوزن ، بدلاً من المواد المركبة Composite والمطبوعة ثلاثية الأبعاد 3D Printed Materials المكلفة".

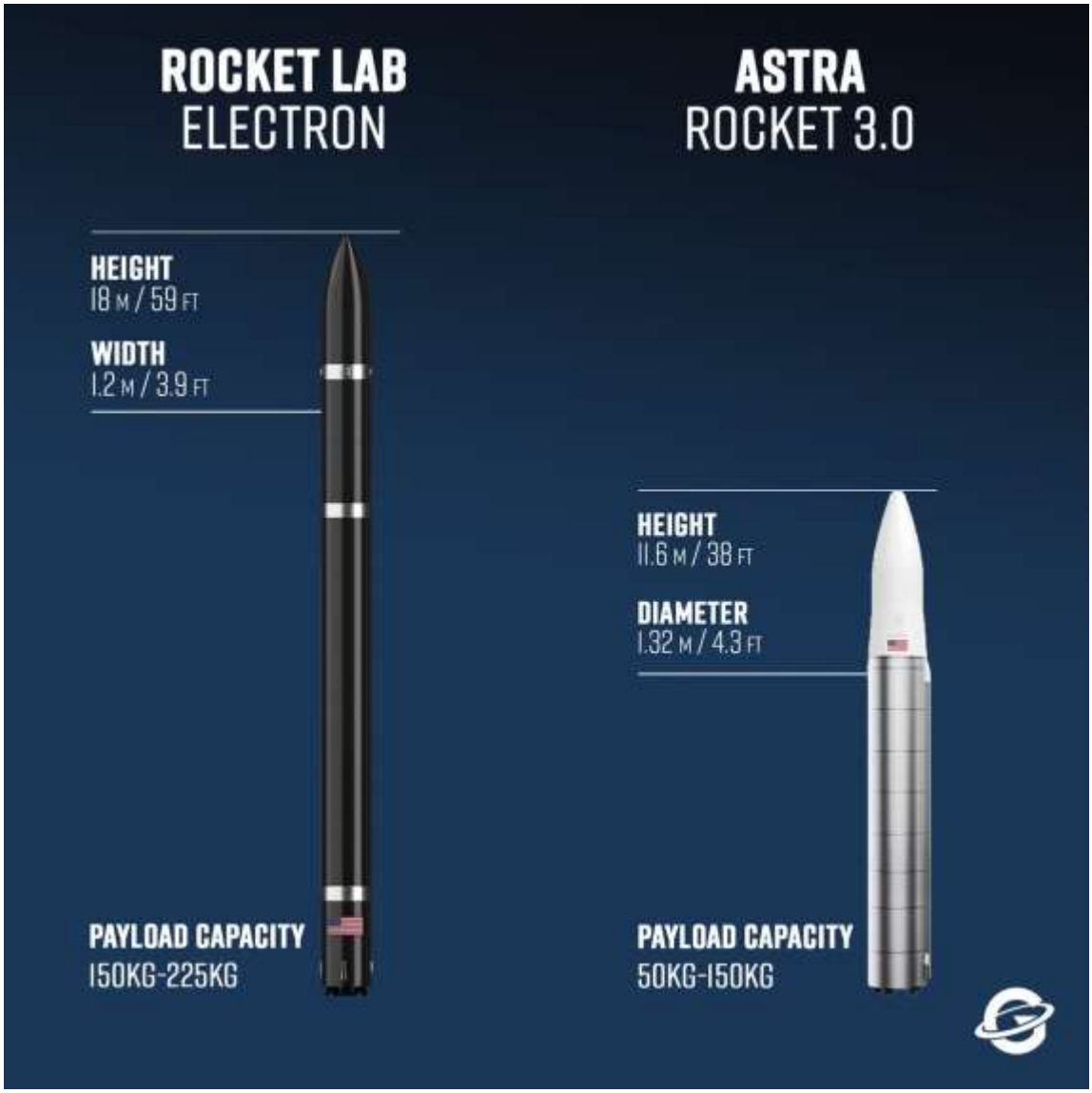
قال لندن London يوم 18 فبراير في مؤتمر عبر الهاتف مع الصحفيين : "لقد صممنا الصاروخ بحيث يمكن وضعه داخل حاوية شحن ، وإيصال الحمولة إلى المدار (في هذه المهمة) في وضع الإدراج المباشر Direct Insertion Mode ، وهي حمولة صغيرة ، تزيد قليلاً عن 10 كيلوجرامات (22 رطلاً)" ، بينما الصاروخ مصمم ليحمل وزن مقداره 25 كيلوجرام (55 رطل) إلي مدار متزامن مع الشمس Sun-Synchronous Orbit".

“We have designed it to fit inside of a shipping container, and the payload performance to the orbit of this (mission) in its direct insertion mode, which is lower performing, is a little over 10 kilograms (22 pounds),” London said Feb. 18 in a conference call with reporters. The rocket is designed to do 25 kilograms (55 pounds) to sun-synchronous orbit.”

ولدى أسترا Astra العديد من الأجسام الصاروخية التي تنتظر المسابقة على أرض مصنع ألاميدا Alameda . يقول كيمب Kemp أن الشركة وقعت عقودًا لأكثر من اثنتي عشرة عملية إطلاق مع عملاء يدفعون الأموال ، وتخطط لإنشاء منصة إطلاق Launchpad في جزر مارشال Marshall Islands تكون مطابقة لتلك الموجودة في ألاسكا Alaska . حتى الآن ، كما يقول ، لا توجد خطط للإطلاق مباشرة من Alameda Pottery Barn.

Rocket	Payload, in pounds	Cost per launch	Total thrust, in pound-force	Height, in feet
SpaceX’s Falcon 9	50265	$62m	1,710,000	229.6
Rocket Lab’s Electron	331 to 496	8	34,500	55.8
Astra	165 to 450	3	30,000	39.5

مقارنة بين صاروخ أسترا وElectron و Falcon 9 – البيانات من SpaceX, Rocket Lab, Astra - بلومبرج



شركة Rocket Lab ، وهي شركة الإطلاق الصغيرة الوحيدة التي لديها معزز تشغيلي Operational Booster ، يمكنها تسليم ما يصل إلى 330 رطل (150 كيلوجرام) من الحمولة إلى مدار قطبي متزامن مع الشمس Sun-Synchronous Polar Orbit يبلغ ارتفاعه 310 أميال (500 كيلومتر). تقول Virgin Orbit ، التي شاركت ذات مرة في تحدي DARPA Launch Challenge ، أن الصاروخ LauncherOne الذي تم إسقاطه جواً سيكون قادرا على حمل ما يصل إلى 660 رطلاً (300 كيلوجرام) إلى مدار شبه متزامن مع الشمس Similar Sun-Synchronous Orbit عندما يبدأ الطيران في وقت لاحق من هذا العام.

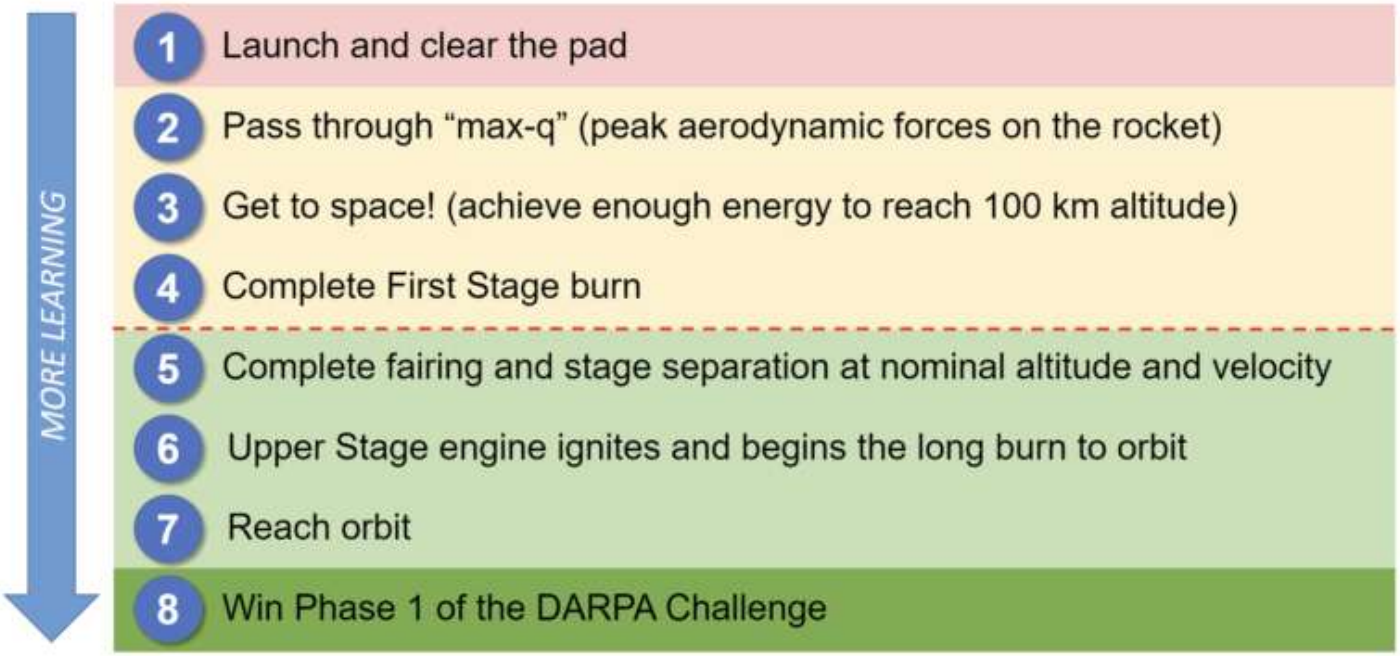
تعمل شركات إطلاق أمريكية ناشئة أخرى ، مثل شركة Relativity Space و شركة Firefly Aerospace ، على صواريخ ذات قدرات رفع أثقل. لكنها لا تزال أقل بكثير عن قدرات الصواريخ المملوكة لشركات الإطلاق الراسخة مثل شركة SpaceX و شركة United Launch Alliance.

تقوم العديد من الشركات الناشئة الأخرى في الولايات المتحدة وأوروبا والصين أيضًا بتطوير مركبات مملوكة للقطاع الخاص لرفع الحمولات الصغيرة إلى المدار لصالح مجموعة من العملاء التجاريين والعسكريين.

ورغم الأبعاد الصغيرة لقاذفة Astra والمميزة بين المنافسين ، إلا أنها لن تكون أصغر صاروخ يصل إلى المدار ، حيث يذهب هذا التمييز إلى مركبة الإطلاق اليابانية SS-520-5 – وهي صاروخ سبر Sounding Rocket معدّل يعمل بالوقود الصلب – والذي نجح في حقن قمر CubeSat في المدار في عام 2018 في استعراض لمرة واحدة لقدرة اليابان على إطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة.

وضعت الشركة مراحل علي طول مسار رحلة الإطلاق Trajectory وحتي الوصول إلي المدار Orbit لتنفيذ إطلاق ناجح ، وتسعي الشركة لتخطي أقصي عدد ممكن من تلك المراحل في أقرب وقت. وتسعي الشركة التعلم من كل مرحلة يتم تخطيها والتي تعني اقترابهم أكثر من الوصول إلي المدار.

والنجاح المبدئي لديهم هو الوصول إلي المرحلة رقم 5 أو ما بعدها مثل فصل المرحلة العليا Upper Stage بنجاح في الفضاء الخارجي. وإذا تحققت هذه المرحلة فسيكون أمامهم رحلتين إضافيتين علي الأكثر للوصول إلي المدار.



مراحل حددتها شركة أسترا Astra لتنفيذ إطلاق ناجح – الصورة أسترا Astra

عملية إطلاق الصاروخ Astra Rocket 3.0 ستكون أول مهمة إطلاق ضمن تحدي DARPA Launch Challenge حيث يجب على الشركة إطلاق حمولة بحلول 1 مارس 2020 م للفوز بمليوني دولار ، ثم إطلاق حمولة ثانية بنجاح من موقع أمريكي آخر "في غضون أيام" للفوز بمبلغ إضافي قدره 10 ملايين دولار.

لكن تم تنفيذ الإطلاق يوم 23 مارس 2020 م

الحمولة Payload

كشفت DARPA عن الحمولات المقرر أن تطير في أول مهمة DARPA Launch Challenge.

منها القمر بروميثيوس Prometheus CubeSat الذي طوره مختبر لوس ألاموس الوطني Los Alamos National Laboratory لصالح وزارة الدفاع. وتم إطلاق سلسلة من أقمار بروميثيوس Prometheus CubeSats في مهام سابقة ، لكن القمر بروميثيوس Prometheus Nanosatellite النانوي بحجم صندوق الأحذية والذي سيتم إطلاقه من كودياك سيوضح الإمكانيات التي تهدف إلي "تقليل الجداول الزمنية للمهام ونشر البيانات لتزويد المشغلين العسكريين بالمعلومات ذات الصلة من الناحية التكتيكية".

كما سيتم أيضا إطلاق قمرين CubeSats متطابقين من انتاج جامعة جنوب فلوريدا University of South Florida في مهمة تسمى ARCE-1.

وفقًا لـ DARPA ، فإن القمرين الصناعيين المتطابقين CubeSat "سيطيران معًا في نفس المدار وسيشكلان معا شبكة اتصالات بين الأقمار الصناعية Inter-Satellite Networked Communications بدرجة عالية من استقلالية النظام System Autonomy ".

ذكر المسؤولون على موقع DARPA على الإنترنت "من خلال المهمة ARCE-1 ، تهدف جامعة جنوب فلوريدا إلى إظهار أنظمة الخوارزميات والأجهزة المادية اللازمة لدعم كوكبة كبيرة من الأقمار الصناعية في المدار الأرضي المنخفض (LEO) والتي سيتم إعادة تكوينها بذكاء لأداء مهام مختلفة ، والتعامل بأمان مع الأقمار الصناعية المعيبة والتالفة ، والعمل بأقل متابعة من جانب المشغلين علي الأرض".

هناك أيضًا منارة بث راديو Radio Beacon مصغرة ستبقى متصلة بالمرحلة الثانية لصاروخ أستا Astra في المدار. مرسل إشارة Transmitter لأنظمة الإبلاغ الآلي عن الأجسام الفضائية Space Object Automated Reporting Systems SOARS ومصنع في شركة Tiger Innovations سيسمح للمهندسين بتحسين عملية تتبع المدار orbit tracking بحيث يكونون علي دراية جيدة بالوضع في الفضاء.

ستحاول أستا Astra وضع الحمولات في مدار يبلغ ارتفاعه حوالي 276 ميل (445 كيلومتر) ، مع زاوية ميل Inclination مقدارها 97.2 درجة علي خط الاستواء ، وفقًا لما قاله تود ماستر Todd Master ، مدير البرنامج في مكتب التكنولوجيا التكتيكية Tactical Technology Office التابع لدربا DARPA .

الصاروخ Astra's Rocket 3.0 أثناء خضوعه لفحوصات ما قبل الإطلاق Prelaunch Checks أثناء محاولة إطلاق سابقة في مجمع Pacific Spaceport - ألاسكا. الصورة أسترا

كان الصاروخ Rocket 3.0 ، على وشك الانطلاق من جزيرة كودياك Kodiak في 2 مارس 2020 م ، في مهمة كانت ستسلم أربعة حمولات (Prometheus 2.5 ?, ARCE 1A, 1B 1C, SOARS) إلى المدار وحصلت على 2 مليون دولار للشركة.

ومع ذلك، لم يكن الأمر كذلك، ألغت الشركة محاولة إطلاقها قبل أقل من دقيقة من الإقلاع ، حيث لاحظ المهندسون بعض البيانات الصاروخية التي يحتمل أن تكون إشكالية قبل الإقلاع مباشرة، وبقي الصاروخ Rocket 3.0 على الأرض ولم تتم المطالبة بأموال التمويل. وتم إعادة الحمولات Payloads مرة أخري إلي أصحابها نظرًا لأن الرحلة لم تكن قادرة على الإقلاع خلال نافذة الإطلاق الخاصة بمسابقة DARPA.

قال لندن London أن "إشارة شاذة Anomalous Signal" ظهرت في البيانات أثناء ضغط مركبة الإطلاق قبل الإطلاق. وقامت الشركة بتتبع المشكلة إلى أن وصلت إلي مشكلة تتعلق بخزان الوقود وتم تصحيحها بمجموعة من التعديلات في الأجهزة والبرمجيات Software .

الصاروخ Astra Rocket-3.0 – الصورة Astra

الاسم	الصاروخ Rocket 3.0
الشركة المصنعة	أسترا Astra .
عدد المراحل Stages	مرحلتين
نوع الوقود Fuel	الكيروسين Kerosene والأكسجين السائل Liquid Oxygen LOX .
المرحلة الأولي First Statge	خمسة محركات Delphin بقوة 28 كيلو نيوتن لكل محرك ويعمل المحرك بمضخة كهربية تعمل بالبطارية Battery-Powered Pumps .
المرحلة الثانية Second Statge	محرك Aether .
الإرتفاع	38 قدم (11.6 متر)
القطر Diameter	4.3 قدم (1.32 متر)

موقع الإطلاق Launch Site	مجمع المحيط الهادئ للإطلاق الفضائي Pacific Spaceport Complex PSCA في جزيرة كودياك Kodiak Island في ألاسكا Alaska – Kd LP-3B .
تاريخ الإطلاق Launch Date	يوم 23 مارس 2020 م
حالة الإطلاق Status	تم تدميره علي المنصة Destroyed in static fire accident .
الحمولة Payload	

قامت الشركة بمحاولة ثانية لإطلاق الصاروخ في يوم 23 مارس 2020 م ، لكن الشركة قالت إن المركبة تضررت أثناء اختبارات ما قبل الإطلاق Pre-Launch Testing . في ذلك الوقت لم تقدم أسترا Astra أي معلومات إضافية ، على الرغم من تكهنات خبراء المجال بأن المركبة قد دمرت.

قال لندن London أن صمامًا Valve على الصاروخ قد تعطل أثناء تفريغ الوقود Propellant من الصاروخ بعد "بروفة مبللة Wet Dress Rehearsal" ، وفيها يتم التدريب علي تغذية الصاروخ بالوقود ويتم الإنتقال إلي جميع مراحل العد التنازلي Countdown . مشكلة الصمام "أدت إلى زيادة الضغط Overpressurization ، وفي النهاية ، إلى فقدان مركبة الإطلاق". وقال لندن London أن الشركة أصلحت مشكلة الصمام "بثلاث أو أربع طرق مختلفة" ، جنبًا إلى جنب مع إجراء تغييرات أخرى ظهرت الآن في الصاروخ Rocket 3.1 ، وقال أنه تم إجراء عدد من الإصلاحات المختلفة للتأكد من عدم تعرضه لمشكلة مشابهة مرة أخري".

بعد فقدان الصاروخ Rocket 3.0 المكون من مرحلتين في يوم 23 مارس 2020 م، أثناء الاستعدادات للإقلاع ، بذلك تكون أول محاولة مدارية للشركة من نصيب الصاروخ Rocket 3.1 .

Version	Stage 1	Stage 2
Astra Rocket-1	Stage 1 / 5 × Delphin	Dummy Stage 2
Astra Rocket-2	Stage 1 / 5 × Delphin	Dummy Stage 2
Astra Rocket-3	Stage 1 / 5 × Delphin	Stage 2 / Aether

قال بام أندروود Pam Underwood ، مدير العمليات والتكامل Operations and Integration في مكتب النقل الفضائي التجاري التابع لإدارة الطيران الفيدرالية FAA’s Office of Commercial Space Transportation ، أن الوكالة التنظيمية الفيدرالية ستحتاج إلى الموافقة على طلب

ترخيص منفصل مقدم من أسترا Astra لتنفيذ الإطلاق رقم Launch 2 لأنها ستقلع من منصة إطلاق منفصلة في كوديك Kodiak وسيتبع الإطلاق مسار مختلف في الفضاء. وقال مسؤولون إنه تمت الموافقة بالفعل على ترخيص الفدرالي FAA License للإطلاق رقم Launch 1 .

، قال ماستر Master أن المسؤولين سيختبرون تقنيات لتقليل تأثير عمليات الإطلاق الفضائية على الحركة الجوية ، بسبب تكرار إطلاق أسترا Astra من جزيرة كوديك ، ألاسكا. مع العلم في المستقبل أننا نريد استخدام الإطلاق الفضائي بشكل متكرر أكثر. وقال: تكامل الحركة الجوية يصبح تحديا متزايدا مع ذلك. اليوم ، الطريقة التي نتعامل بها بشكل عام هي أن عمليات الإطلاق الفضائية يتم التعامل معها على أنها حدث وطني ، ونغلق الكثير والكثير من ممرات الحركة الجوية.

قال: "في الوقت الذي نطلق فيه عشرات المرات في السنة ، يمكن اتباع هذا النهج ، ولكن بمجرد أن نبدأ في التوسع إلى مئات عمليات الإطلاق سنويًا ، فلن يستمر هذا النهج في العمل ، لذلك حددنا في وقت مبكر جدًا أننا سنواجه بعض التحديات وأردنا وضع أي إصلاحات مبكرة يمكننا تنفيذها."

يهدف برنامج تكامل بيانات الفضاء Space Data Integrator إلى دمج البيانات من مركبات الإطلاق والعودة Launch and Re-Entry Vehicles في أنظمة إدارة الحركة الجوية التشغيلية Operational Air Traffic Management Systems ، مما يسمح لإدارة الطيران الفيدرالية (FAA) بتتبع مسارات عمليات الإطلاق وإعادة الدخول Re-Entry وحالة مراحل المهمة ، وفقًا لصحيفة معلومات إدارة الطيران الفيدرالية FAA في المشروع.

قامت إدارة الطيران الفيدرالية FAA أولاً بتفعيل أداة تكامل بيانات الفضاء Space Data Integrator ليكون في "وضع الظل Shadow Mode" لتنفيذ عملية الإطلاق الخاصة بشركة Blue Origin شبه المدارية عام 2018 م.

قال مارك ليستر Mark Lester ، الرئيس والمدير التنفيذي لألاسكا إيروسبيس Alaska Aerospace التي تمتلك وتدير مجمع Pacific Spaceport – ألاسكا : "هذا هو المكان الذي نبدأ فيه دمج البيانات في الوقت الفعلي Real-Time لعمليات الإطلاق في نظام مراقبة الحركة الجوية الأوسع نطاقًا والسماح لنا بتقديم هذه المعلومات مرة أخرى إلى إدارة الطيران الفيدرالية FAA ثم التحكم ديناميكيًا في نوافذ الإطلاق مع الحفاظ على السلامة. في حين أننا لا نواجه الازدحام الذي يعاني منه الساحل الشرقي ، إلا أن لدينا رحلات عبر المحيط الهادئ نحتاج إلى الانتباه لها ، وكذلك شركات النقل الجوي المحلية. لذلك من المثير دمج كل هذا معًا أثناء زيادة وتيرة عملياتنا".

مصادر حول الصاروخ Rocket 3.0

- A Small Rocket Maker Is Running A Different Kind of Space Race – Bloomberg 03 Feb 2020.
- Fresh out of stealth mode, Astra gearing up for orbital launch from Alaska.
- Astra Rocket.
- Astra Rocket-3 Test Payload.
- Astra Website.

الصاروخ Rocket 3.1

ووفقا لما ذكره موقع "Space" الأمريكي، قال ممثلو الشركة على تويتر، إن الصاروخ سافر إلى كودياك Kodiak الأسبوع الماضي بعد إجراء اختبارين للإطلاق في منشآت أسترا Astra بكاليفورنيا، حيث تم اختبار الإطلاق الأرضى واختبار محركات الصاروخ.

ليس هناك ما يضمن أن هذا الإطلاق سيعمل، ولكن في الفترة التي سبقت محاولة DARPA Launch Challenge، أكد الرئيس التنفيذي CEO لشركة Astra كريس كيمب Chris Kemp ، أن المهام الأولى للصواريخ المدارية تكون غير ناجحة عادةً.

وأشار ممثلو أسترا Astra عبر تويتر خلال يونيو 2020 م، إلى محاولة الإطلاق القادمة: "النجاح في هذه الرحلة يعني أننا حققنا ما يكفي لصنع مدار بعد ثلاث رحلات، والتي حددناها على أنها تحقيق إطلاق رمزي في المرحلة الأولى على الأقل"، ولم تعلن الشركة عن الحمولات، إن وجدت، التي ستطير فوق الصاروخ Rocket 3.1 في المهمة القادمة.

خلال نهايات يوليو 2020 م ، أعلنت شركة أسترا أنها تخطط للوصول إلي المدار لأول مرة في أوائل أغسطس 2020 م،حيث أعلنت الشركة التي تتخذ من كاليفورنيا مقراً لها، أنه من المقرر إطلاق الصاروخ Rocket 3.1 والذي يبلغ ارتفاعه 38 قدمًا (11.6 مترًا) من مجمع باسيفيك سبيس بورت PSCA في جزيرة كودياك Kodiak في ألاسكا Alaska خلال فترة ستة أيام تبدأ من يوم 2 أغسطس 2020 م.

تستهدف الشركة تنفيذ الإطلاق في 2 أغسطس 2020 م خلال نافذة مدتها ساعتان تبدأ في الساعة 10 مساءًبالتوقيت الشرقي ، لكن في 30 يوليو ذكر المسؤولين التنفيذيين في مكالمة هاتفية مع المراسلين الصحفيين أن هناك احتمال 60٪ لظهور طقس غير جيد في ذلك اليوم. لدى الشركة فرص إطلاق أخري كل يوم حتى 7 أغسطس 2020 م.

إذا سارت الأمور على ما يرام ، سيتم إطلاق المحركات الخمسة في المرحلة الأولى للصاروخ لمدة دقيقتين و 20 ثانية ، متبوعًا بفصل غطاء الحمولة Payload Fairing وانفصال المرحلة الأولي عن الثانية Stage Separation . ثم يتم إطلاق المحرك الوحيد والخاص بالمرحلة الثانية لمدة تستمر حوالي سبع دقائق.

الحمولة Payload

بالرغم من تصميم الصاروخ Rocket 3.1 لوضع حمولة تزن 25 كيلوجرام في المدار ، فإن هذا الإطلاق لا يحمل أي حمولة Payload ، حيث قال آدم لندن Adam London ، الشريك المؤسس Co-Founder ورئيس قسم التكنولوجيا Chief Technology Officer CTO : "هذا لزيادة هامش النجاح ولأننا نعتقد أنه من غير المرجح أن ينجح الأمر ، نحن لا نريد تعريض الحمولة للخطر دون داع".

بدلاً من ذلك ، ستسعى شركة أسترا Astra إلى جمع أكبر قدر ممكن من البيانات من عملية الإطلاق ، وقال لندن London : "نعتقد أننا نتعلم أسرع من خلال الحصول على بيانات الرحلة ، لدينا الكثير من الأشياء التي لا يمكن اختبارها وتعلمها إلا أثناء الطيران".

الصاروخ Astra Rocket-3.1 – الصورة Astra

المواصفات

الاسم Name	الصاروخ Rocket 3.1
الشركة المصنعة	أسترا Astra .
الدولة Nation	الولايات المتحدة الأمريكية USA .
المشغل Operator	أسترا Astra Space Inc .
عدد المراحل Stages	مرحلتين
نوع الوقود Fuel	الكيروسين Kerosene والأكسجين السائل Liquid Oxygen LOX . RP-1/LOX
المرحلة الأولي First Statge	خمسة محركات Delphin بقوة 28 كيلو نيوتن لكل محرك ويعمل المحرك بمضخة كهربية تعمل بالبطارية Battery-Powered Pumps .
المرحلة الثانية Second Statge	محرك Aether .
الإرتفاع	38 قدمًا (11.6 مترًا)
موقع الإطلاق Launch Site	مجمع المحيط الهادئ للإطلاق الفضائي Pacific Spaceport Complex PSCA في جزيرة كودياك Kodiak Island في ألاسكا Alaska – Kd LP-3B .
تاريخ الإطلاق Launch Date	12 سبتمبر 2020 م
الحمولة Payload	لا توجد حمولة

تنفيذ الإطلاق

تم إطلاق الصاروخ Rocket 3.1 بنظام إطلاق قام بنشره ستة أشخاص فقط في أقل من أسبوع. حيث أجرت شركة أسترا Astra الأمريكية الناشئة محاولة إطلاق مدارية قصيرة في وقت متأخر من يوم 11 سبتمبر 2020 م، مع إقلاع ناجح ولكنها فقدت بسرعة صاروخ الاختبار Rocket 3.1 أثناء تشغيل احتراق محرك المرحلة الأولى، وقال أسترا Astra إن نظام التوجيه تسبب في "اهتزاز طفيف"، مما دفع الفريق إلى قطع تشغيل المحركات أثناء عمل المرحلة الأولى.

كانت النتيجة مثيرة إلى حد ما، حيث سقط الصاروخ على الأرض بالقرب من منصة الإطلاق بالقرب من قاعدة كودياك Kodiak الفضائية ، ألاسكا Alaska .

تعتقد أسترا Astra أنها في طريقها للوصول إلى المدار في غضون ثلاث رحلات. كانت الرحلة الأولى هي صاروخ Rocket 3.1 ، وتقول أسترا Astra أن صاروخ الرحلة التالية ، المعروفة باسم Rocket 3.2 ، قد اكتمل تقريبًا.

الرحلة LV0006

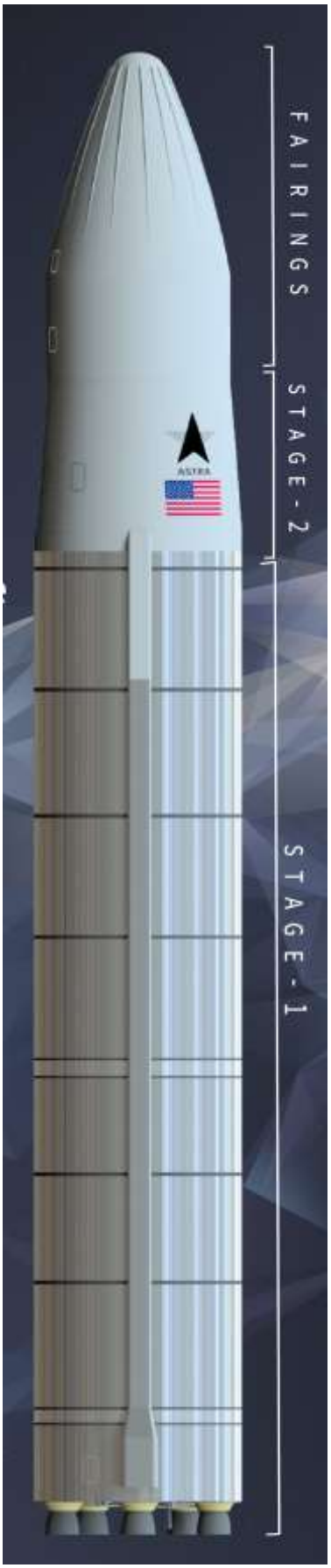
تتضمن هذه المهمة حمولة للقوة فضائية STP-27AD1 غير قابلة للنشر (أي لن تنفصل عن المرحلة العليا للصاروخ).

مواصفات الرحلة

اسم الرحلة	الرحلة LV0006
الحمولة Payload	تتضمن هذه المهمة حمولة للقوة فضائية STP-27AD1 غير قابلة للنشر (أي لن تنفصل عن المرحلة العليا للصاروخ). م(1)
	مركبة الإطلاق Launch Vehicle
الصاروخ Rocket	Rocket 3.3 Serial Number: LV0006
الطول الكلي Overall Length	
القطر Diameter	
	المرحلة الأولي First Stage
المحركات Engines	دلفين Delphin
عدد المحركات Engine Qty	5
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	6,500 lbf SL
الدفع الكلي Total Thrust	32,500 lbf SL
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
	المرحلة العليا Upper Stage
المحركات Engines	أثير Aether .
عدد المحركات Engine Qty	1
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	740 lbf vacuum

الدفع الكلي Total Thrust	740 lbf vacuum
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
نافذة الإطلاق Launch Window	
موقع الإطلاق Launch Site	
تاريخ الإطلاق Launch Date	يوم 28 أكتوبر 2021 م
	المدار Orbit
الارتفاع Altitude	500 كم
الميل المداري Inclination	86 درجة.

نتائج التحقيقات



أعلنت أستارا Astra أيضًا عن نتائج تحقيقها في عملية إجهاض المحرك Engine Abort خلال إطلاق الصاروخ LV0006 في 28 أغسطس 2021 م. فأثناء الإقلاع ، تسرب الوقود والأكسجين السائل من نظام إمداد الوقود الخاص بالصاروخ LV0006 . اختلطت سوائل وقود الدفع المسربة واشتعلت ، مما أدى إلى تعطيل أحد محركات المرحلة الأولى الخمسة. م(2)

حللت أستارا Astra سبب المشكلة، ونفذت التغييرات التالية في تصميم الصاروخ LV0007:

- تمت إعادة تشكيل نظام إمداد الوقود Propellant Supply System لإعادة إمداد الوقود وإمداد الأكسجين السائل بحيث لا يختلطان حتى لو تسرب كلاهما مرة أخرى.
- تم تعديل آلية إمداد الوقود Propellant Supply Mechanism وإعادة تأهيلها لتقليل مخاطر التسرب في المستقبل.
- تم تحسين إجراءات التحقق والمراجعة Verification Procedures في عمليات التصميم والتشغيل Design and Operational Processes . م(2)

وقالت أستارا Astra علي موقعها أنها تواصل قيادة تحقيق LV0006 بالتعاون مع إدارة الطيران الفيدرالية Federal Aviation Administration (FAA) . وقال كريس كيمب Chris Kemp ، المؤسس ورئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لشركة أستارا Astra: "البيانات الخاصة بالرحلة والتي استغرقت دقيقتين ونصف قدمت معلومات قيِّمة قمنا بدمجها في الصاروخ LV0007 ومركبات الإطلاق المستقبلية. يتطلع فريقنا إلى العودة إلى الرحلة ومعرفة المزيد عن نظام الإطلاق الخاص بنا – بما يتوافق مع فلسفتنا في الإطلاق والتعلم." م(2)

الرحلة LV0007

ألاميدا Alameda ، كاليفورنيا. 12 أكتوبر 2021 م– أعلنت شركة أسترا Astra Space, Inc. (Astra) ، يوم 12 أكتوبر 2021 م عن إطلاق مداري تجاري نيابة عن قوة الفضاء الأمريكية. ستحمل مركبة الإطلاق LV0007 حمولة اختبارية للمهمة الثانية لبرنامج اختبار الفضاء STP-27AD2. تنقسم نافذة الإطلاق إلى جزأين: الجزء الأول مفتوح من 27 أكتوبر 2021 حتى 31 أكتوبر 2021 م، والثاني مفتوح من 5 نوفمبر 2021 حتى 12 نوفمبر 2021 م. سيتم إطلاق LV0007 من مطار أسترا الفضائي Astra Spaceport في جزيرة Kodiak ، ألاسكا. م(2)

نظرة عامة على المهمة والهدف Overview and Objective

تعاقدت القوة الفضائية Space Force الأمريكية على هذا الإطلاق من خلال اتفاقية المعاملات الأخرى Other Transaction Agreement الخاصة بوحدة الابتكار الدفاعية Defense Innovation Unit مع شركة أسترا Astra. ستطلق القوة الفضائية Space Force حمولة اختبار Test Payload لبرنامج اختبار الفضاء Space Test Program . م(1)

مواصفات الرحلة

اسم الرحلة	الرحلة LV0007
الحمولة Payload	تتضمن هذه المهمة حمولة للقوة فضائية STP-27AD2 غير قابلة للنشر (أي لن تنفصل عن المرحلة العليا للصاروخ). م(1)
	مركبة الإطلاق Launch Vehicle
الصاروخ Rocket	Rocket 3.3 Serial Number: LV0007
الطول الكلي Overall Length	43 قدم
القطر Diameter	52 بوصة
	المرحلة الأولي First Stage
المحركات Engines	دلفين Delphin
عدد المحركات Engine Qty	5

الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	6,500 lbf SL
الدفع الكلي Total Thrust	32,500 lbf SL
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
	المرحلة العليا Upper Stage
المحركات Engines	أثير Aether .
عدد المحركات Engine Qty	1
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	740 lbf vacuum
الدفع الكلي Total Thrust	740 lbf vacuum
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
نافذة الإطلاق Launch Window	يوم 20 نوفمبر 2021 م
موقع الإطلاق Launch Site	المنصة Pad LP-3B – مجمع الميناء الفضائي بالمحيط الهادئ Pacific Spaceport Complex – ألاسكا Alaska ؛ كودياك Kodiak ، ألاسكا Alaska .
تاريخ الإطلاق Launch Date	يوم 28 أكتوبر 2021 م الساعة 1:16 صباحًا بالتوقيت الشرقي
	المدار Orbit
الارتفاع Altitude	500 كم
الميل المداري Inclination	86 درجة.

الجدول الزمني للرحلة Mission Timeline

كل التوقيتات تقريبية:

الإقلاع Lift-off .	+0s
بدء Begin Pitch Over .	+6s
الوصول إلي Max-Q .	+1min 10s

إيقاف المحرك الرئيسي Main Engine Cut-off (MECO) .	+2min 50s
انفصال غطاء الحمولة Fairing separation .	+2min 55s
انفصال المرحلة الأولي Stage separation .	+3min 00s
إشعال المحرك أثير Aether ignition .	+3min 05s
إيقاف المحرك الثاني Second Engine Cut-Off (SECO) .	+8min 30s
إشارة نشر الحمولة Payload Deployment Signal . م(1)	+8min 40s

الصاروخ Rocket 3.3

طورت Astra نظام الإطلاق المداري الأكثر استجابة في العالم وبأسعار معقولة. الصاروخ Rocket 3.3 هو صاروخ مستهلك Expendable يعمل بوقود أكسجين مسال LOX / كيروسين kerosene ذو مرحلتين قابل للاستهلاك ، يتم إطلاقه رأسياً ، وهو مصمم ليلائم إمكانية وضعه داخل حاوية شحن قياسية ومصمم لخفض تكلفة الوصول إلى الفضاء بشكل كبير. يتجنب العمليات الصناعية كثيفة العمالة مثل تراكب مركبات الكربون Carbon Composite Layups ، ركزت Astra على الهياكل المعدنية التي أثبتت جدواها وفعاليتها من حيث التكلفة.

يتكون الصاروخ Rocket 3.3 من مرحلة أولى First Stage يتم تشغيلها بواسطة خمسة محركات تعمل بمضخة كهربائية Electric-Pump-Fed Engines ومرحلة عليا Upper Stage مدفوعة بمحرك أثير Aether واحد يتم تغذيته بالضغط Pressure-Fed Engine . م(1)

	المرحلة الأولي First Stage	المرحلة العليا Upper Stage
المحركات Engines	دلفين Delphin	أثير Aether .
عدد المحركات Engine Qty	5	1
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	6,500 lbf SL	740 lbf vacuum
الدفع الكلي Total Thrust	32,500 lbf SL	740 lbf vacuum
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
الطول الكلي Overall Length	43 قدم	
القطر Diameter	52 بوصة	

الصاروخ Rocket-3.3 (STP-27AD1) – الصورة Astra

الإطلاق Launch

نافذة الإطلاق Launch Window تبدأ من يوم 18 إلي 19 نوفمبر 2021 م

تأجيل الإطلاق يوم الخميس 18 نوفمبر

أعلنت شركة Astra الأمريكية أنها قررت تأجيل صاروخها الفضائي إلى مدارات الأرض. وخلال بث على موقعها الرسمي قالت الشركة "إن إطلاق صاروخها الفضائي الذي كان من المفترض أن يحمل إلى مدارات الأرض حمولة اختبارية تابعة للقوات الفضائية الأمريكية قد تأجل لمدة يوم".

وتبعا للمعلومات المتوفرة فإن Astra كانت تنوي إطلاق الصاروخ من إحدى قواعد الإطلاق في جزيرة كوديان في ألاسكا، يوم الخميس 18 نوفمبر الساعة 21:00 بالتوقيت المحلي، لكن العملية تأجلت بعد أن توقف العد التنازلي لعملية الإطلاق عدة مرات بسبب مشكلات فنية.

وتأجل الإطلاق إلي يوم الجمعة 19 نوفمبر 2021 م، الساعة 9:00 مساء بتوقيت المحيط الهادئ المحلي PT (السبت الساعة 5:00 صباحا بالتوقيت العالمي).

تنفيذ الإطلاق

وصل الصاروخ Rocket 3.3 التابع لشركة Astra Space إلى المدار بنجاح في يوم 20 نوفمبر 2021 م، وهي المحاولة الرابعة للإطلاق المداري لمركبة الإطلاق الصغيرة التابعة لهذه الشركة الناشئة.

انطلقت مركبة Rocket 3.3 ، التي تحمل الرقم التسلسلي LV0007 ، في الساعة 1:16 صباحًا بالتوقيت الشرقي من المنصة رقم Pad LP-3B – في مجمع الميناء الفضائي بالمحيط الهادئ بألاسكا Pacific Spaceport Complex Alaska ؛ في جزيرة كودياك Kodiak Island. ألغت أسترا Astra محاولة إطلاق في اليوم السابق بعد أكثر من ساعتين من التأخير.

سارت الرحلة كما هو مخطط لها ، واستغرق إشعال المرحلة الأولى حوالي ثلاث دقائق. ثم انفصلت المرحلة العليا وأشعلت محركها الوحيد لمدة خمس دقائق ونصف تقريبًا ، لتدخل المرحلة العليا في مدار يبلغ ارتفاعه حوالي 500 كيلومتر.

تأكيد شركة أسترا علي تويتر وصول المركبة إلي المدار

حمل الإطلاق حمولة لبرنامج اختبار الفضاء Space Test Program المسمى STP-27AD2 من خلال عقد رتبته قوة الفضاء الأمريكية U.S. Space Force من خلال وحدة الابتكار الدفاعي Defense Innovation Unit . الحمولة ، المصممة لقياس الظروف البيئية على مركبة الإطلاق أثناء الطيران ، لم تنفصل بشكل مقصود عن المرحلة العليا Upper Stage .

كانت هذه هي المحاولة الرابعة لشركة أسترا Astra للوصول إلى المدار. المحاولة السابقة في يوم 28 أغسطس ، فشلت عندما أغلق أحد المحركات الخمسة للمرحلة الأولى في غضون ثانية من الإقلاع. ألقت الشركة باللوم على فشل نظام الفصل السريع Quick-Disconnect System لخطوط الوقود Propellant Lines التي تسببت في تسرب الوقود ، واشتعل الوقود في المساحة المغلقة بين الصاروخ ومنصة الإطلاق ، مما أدى إلى قطع الاتصال بالإلكترونيات التي تتحكم في مضخة الوقود Fuel Pump لهذا المحرك. كما فشلت محاولتا إطلاق أخريان العام الماضي في الوصول إلى المدار. الرحلة الثانية منهما كانت في ديسمبر 2020 م، وكاد الصاروخ أن يصل إلى المدار. نفد الوقود من المرحلة العليا قبل ثوانٍ من الإغلاق المخطط له لمحركها ، مما جعلها أقل من السرعة المدارية Orbital Velocity بحوالي 0.5 كيلومتر في الثانية. م(3)

"لقد عمل الفريق بجد على هذا الأمر لسنوات عديدة ، ورأى أن التكرار بعد التكرار ، والفشل بعد الفشل ، يؤدي إلى النجاح" ، هذا ما قاله كريس كيمب ، الرئيس التنفيذي والمؤسس المشارك لشركة Astra ، في البث الشبكي للإطلاق.

أفاد المسؤولون التنفيذيون في Astra في دعوة الأرباح Earnings Call في 11 نوفمبر أنهم يأملون في إطلاق المركبة التالية ، LV0008 ، قبل نهاية هذا العام (2021 م) ، في انتظار نتيجة هذا الإطلاق. كان تصنيع تلك المركبة على وشك الانتهاء في وقت تلك الدعوة ، بينما المركبتين LV0009 و LV0010 في مرحلة الإنتاج. م(3)

المصادر

1- LV0007 Media Kit - Astra

2- Astra Announces LV0007 Launch Window for the United States Space Force – Astra – 12 October 2021.

3- Astra’s Rocket 3.3 reaches orbit on fourth attempt – spacenews – 20 Nonember 2021.

الرحلة LV0008

تضم هذه المهمة 4 أقمار مكعبة لناسا طورتها ثلاث جامعات ومركز جونسون للفضاء في ناسا. سيتم إطلاق الأقمار المختارة من خلال مبادرة تسمي مبادرة إطلاق الأقمار المكعبة CubeSat Launch Initiative (CSLI) تابعة لناسا ، وعملية الإطلاق تسمي مهمة الإطلاق التعليمي للأقمار النانوية Educational Launch of Nanosatellites mission أو اختصارا باسم ELaNa 41 ، وهذه المهمة جزء من العقد المسمي: عرض تقديمي لخدمات إطلاق فئة مغامر NASA's Venture Class Launch Services Demonstration 2 (VCLS Demo 2) contract الموجود تحت برنامج خدمات الإطلاق Launch Services Program (LSP) التابع لناسا. م(3)

مواصفات الرحلة

اسم الرحلة	الرحلة LV0008
الحمولة Payload	أربعة أقمار مكعبة رعاية وكالة ناسا. ELaNa 41 (BAMA 1, INCA, QubeSat, R5-S1)
	مركبة الإطلاق Launch Vehicle
الصاروخ Rocket	Rocket 3.3 Serial Number: LV0008
	المرحلة الأولي First Stage
الطول الكلي Overall Length	43 قدم
القطر Diameter	52 بوصة (المرحلة الأولي)
المحركات Engines	دلفين Delphin ، تغذية الوقود بمضخة كهربية Electric-Pump-Fed .
عدد المحركات Engine Qty	5
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	6,500 lbf SL
الدفع الكلي Total Thrust	32,500 lbf SL
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
	المرحلة العليا Upper Stage

المحركات Engines	أثير Aether ، تغذية الوقود بالضغط Pressure-Fed .
عدد المحركات Engine Qty	1
الدفع للمحرك الواحد Thrust per Engine	740 lbf vacuum
الدفع الكلي Total Thrust	740 lbf vacuum
الوقود Propellant	أكسجين مسال LOX / كيروسين Kerosene .
نافذة الإطلاق Launch Window	من الساعة 3:00 – 4:00 مساءا بالتوقيت الشرقي EST (من الساعة 2000 إلي الساعة 2100 بتوقيت جرينتش).
موقع الإطلاق Launch Site	مجمع الإطلاق رقم SLC-46 ، في محطة كيب كانافيرال الفضائية Cape Canaveral Space Force Station، فلوريدا Florida .
تاريخ الإطلاق Launch Date	يوم الخميس 10 فبراير 2022 م
زاوية سمت الإطلاق Launch Azimuth	الشمال الشرقي Northeast (57 درجة)
	المدار Orbit
الارتفاع Altitude	500 كم (310 ميل)، بزاوية ميل 41 درجة.
الميل المداري Inclination	86 درجة.

الخط الزمني لعملية الإطلاق Launch Timeline

- عند الزمن T+00:00 الإقلاع Liftoff .
- عند الزمن T+00:06 بدأ Begin Pitch Over .
- عند الزمن T+01:10 أقصى ضغط هوائي Maximum Aerodynamic Pressure (Max-Q) .
- عند الزمن T+02:50 إيقاف المحرك الرئيسي للمرحلة الأولى First Stage Main Engine Cutoff (MECO) .
- عند الزمن T+02:55 التخلص من غلاف الحمولة Payload Fairing Jettison .
- عند الزمن T+03:00 فصل المرحلة Stage Separation .
- عند الزمن T+03:05 إشعال محرك المرحلة الثانية Second Stage Engine Ignition .
- عند الزمن T+08:30 إيقاف محرك المرحلة الثانية Second Stage Engine Cutoff (SECO) .
- عند الزمن T+08:40 نشر الحمولة Payload Deployment .

إحصاءات خاصة بالمهمة

- محاولة الإطلاق المداري الخامسة بواسطة أسترا Astra .
- الإطلاق الثالث لصاروخ أسترا Astra من الإصدار Rocket 3.3 .
- إطلاق أسترا Astra الأول من فلوريدا.
- الإطلاق المداري الرابع من المنصة رقم 46 .
- الإطلاق الأول لأسترا Astra في عام 2022 م.
- الإطلاق المداري السابع انطلاقا من كيب كانافيرال Cape Canaveral في عام 2022 م.

الحمولة Payload

تعاقدت ناسا مع أسترا لهذه المهمة كإطلاق تجريبي قبل أن تطلق وكالة الفضاء المزيد من الأقمار الصناعية على صواريخ أسترا. العقد بقيمة 3.9 مليون دولار هو مقدمة لإطلاق Astra مركبة فضائية علمية صغيرة مملوكة لناسا في المستقبل.

أحد الأقمار الصناعية المكعبة CubeSats التي طارت على متن صاروخ Astra طوره طلاب في جامعة ولاية نيو مكسيكو New Mexico State University . سيجمع القمر الصناعي ، المسمى INCA ، بيانات عن الإشعاع Radiation في مدار أرضي منخفض.

مركبة فضائية صغيرة أخرى ، تسمى QubeSat ، جاءت من جامعة كاليفورنيا ، بيركلي ، وكان عليها اختبار تقنيات جيروسكوب مصغرة Miniature Gyroscope Technologies جديدة.

تم تصميم المهمة BAMA 1 ، التي تم تطويرها في جامعة ألاباما University of Alabama ، لعمل عرض تقني لجهاز السحب الشراعي Drag Sail Device المصمم لمساعدة الأقمار الصناعية القديمة والخردة الفضائية على السقوط من المدار.

كانت الحمولة النهائية هي القمر المكعب CubeSat المسمى R5-S1 من مركز جونسون للفضاء Johnson Space Center التابع لناسا في هيوستن. وقالت ناسا إن أهداف المهمة تضمنت عمل عرض تقني لتكنولوجيا سريعة لتطوير واختبار قمر مكعب CubeSat ستكون مفيدة في عمليات التفتيش في الفضاء In-Space Inspection ، والتي يمكن أن تجعل رحلات الفضاء البشرية أكثر أمانًا وفعالية.

الإطلاق Launch

تم الإطلاق يوم الخميس في أعقاب محاولتين سابقتين لإرسال الأقمار المكعبة CubeSats إلى المدار، حيث تم إيقاف العد التنازلي الأول لمهمة Astra يوم السبت 05 فبراير 2022 م بسبب عدم وجود أحد الأصول في المجال الشرقي Eastern Range ، وهي مصفوفة ضمن البنية التحتية للتتبع والسلامة Array of Tracking and Safety Infrastructure الخاصة بالقوة الفضائية الأمريكية U.S. Space Force والمستخدمة في جميع عمليات الإطلاق من كيب كانافيرال.

تم تأكيد المشكلة لاحقًا على أنها مع نظام الرادار Radar System ، وأعلنت شركة أسترا Astra في وقت متأخر من يوم السبت أن الشركة ستتخطى فرصة الإطلاق يوم الأحد وتستهدف عدًا تنازليًا آخر يوم الاثنين، لأن توقعات الطقس يوم الأحد لم تكن مواتية للإطلاق.

يوم الإثنين ، بدأت أسترا Astra الإطلاق لمدة ثانية ، لكنها أجهضت العد التنازلي للصاروخ بعد اشتعال محركاتها دولفين Delphin الرئيسية. كان لدى أسترا Astra أمل في المحاولة مرة أخرى ، لكنها ألغت محاولة الإطلاق في وقت لاحق بعد ظهر يوم الاثنين ، مشيرة إلى وجود "مشكلة في القياس عن بُعد Telemetry Issue". م(2)

تنفيذ الإطلاق

بدا أن المرحلة الأولى من الصاروخ تعمل على النحو المنشود خلال احتراق لمدة دقيقتين و 50 ثانية باستخدام خمسة محركات دلفين Delphin Engines .

خرج الصاروخ عن السيطرة في وقت قريب من لحظة الفصل المرحلي Stage Separation واشتعال محرك المرحلة الثانية – بعد ثلاث دقائق تقريبًا من الإقلاع. فشلت مركبة Rocket 3.3 في الوصول إلى المدار ، ضاعت في الحادث أربعة أقمار صناعية مكعبة CubeSats تحت رعاية ناسا. وأكدت شركة الفضاء التجارية أسترا Astra ، أن المهمة فشلت في وضع حمولات الأقمار المكعبة CubeSat الأربعة في المدار.

كانت مهمة الإطلاق تلك هي خامس محاولة إطلاق مداري لشركة أسترا Astra منذ عام 2020 م، وأول مهمة للشركة من كيب كانافيرال. وتمت برمجة المهمة لنشر أربعة مكعبة CubeSats – كل منها بحجم فرن محمصة– في مدار يبعد حوالي تسع دقائق من بدء الإطلاق. م(2)

تحديد أسباب فشل إطلاق الرحلة LV0008 لأرخص صاروخ في العالم

في يوم 06 مارس 2022 م، أصدرت شركة أسترا علي موقعها الإلكتروني بيان تحت اسم (تحقيق ما بعد الإطلاق Post-Launch Investigation : ما وجدناه والخطوات التالية) بقلم أندرو جرجس Andrew Griggs ، مدير أول Senior Director ، إدارة المهام والتوكيد Mission Management & Assurance في أسترا Astra . في هذا التقرير توضح الشركة الأسباب التي توصلوا لها والتي تسببت في فشل عملية الإطلاق الأخير. (المصدر)

- خطأ في الرسم الهندسي للضفيرة الكهربائية Electrical Harness Engineering Drawing الخاصة بآليات الفصل لغطاء الحمولة.
- خطأ في اختبار إشارة نهاية الخط End-Of-Line Signal Test للتحقق من أداء نظام الفصل Separation System والتأكد من توصيل النظام بشكل صحيح (لأن الاختبار لم يكتشف مشكلة الضفيرة).
- مشكلة برمجية Software أدت إلى عدم قدرة محرك المرحلة العليا على استخدام نظام التحكم الإتجاهي بالدفع Thrust Vector Control System .

وإليكم التفاصيل التي ذكرتها الشركة علي موقعها:

ملاحظة من الشركة: أسترا Astra لم تنته بعد من نتائج التحقيق الخاصة بالإطلاق رقم LV0008 مع إدارة الطيران الفيدرالية الأمريكية FAA . المعلومات الواردة في هذا المنشور أولية حتى يتم إغلاق التحقيق بالكامل.

في يوم 10 فبراير 2022 ، أطلقنا مركبة الإطلاق Launch Vehicle 0008 أو اختصارا (LV0008) . كان هذا أول إطلاق لنا مع حمولة لعملاء وقابلة للنشر وأول مرة يتم إطلاقها من قاعدة كيب كانافيرال Cape Canaveral . بعد الرحلة الاسمية للمرحلة الأولى Nominal First Stage Flight ، حدث شذوذ أثناء عملية الفصل المرحلي مما أدى إلى عدم وصول المرحلة العليا إلى المدار ونهاية المهمة. لقد بدأنا على الفور عملية التحقيق لتحديد السبب الجذري للشذوذ. الآن ، يمكننا مشاركة المزيد حول ما تعلمناه حتى الآن.

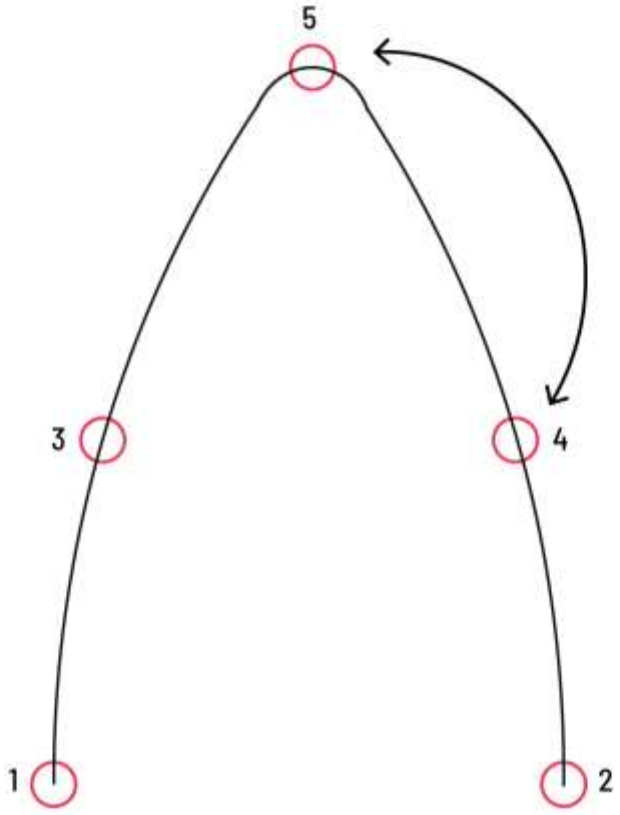
ماذا حدث؟

تأكد تحقيقنا من أن غلاف الحمولة Payload Fairing لم يتم نشره بالكامل قبل اشتعال المرحلة العليا بسبب مشكلة كهربائية. تم تفعيل آليات الفصل Separation Mechanisms (لدينا 5 منها موضحة في شكل قادم) بترتيب غير صحيح ، مما أدى إلى حركة غير اسمية Off-Nominal لغلاف الحمولة والذي تسبب في انقطاع التيار الكهربائي. بسبب انقطاع التيار الكهربائي ، لم تتلق آلية الفصل Separation Mechanism الأخيرة أمر الفتح مطلقًا ، مما حال دون الإنفصال الكامل لغلاف الحمولة قبل إشعال Ignition المرحلة العليا.

بشكل منفصل ، اكتشفنا مشكلة برمجية Software أدت إلى عدم قدرة محرك المرحلة العليا على استخدام نظام التحكم الإتجاهي بالدفع Thrust Vector Control system . أدى ذلك إلى تعثر مركبة الإطلاق بعد الفصل خارج المرحلة الاسمية Off-Nominal Stage Separation ، وتسبب في نهاية المهمة.

ما تعلمناه What We Learned ؟

كان السبب الجذري لمشكلة فصل غلاف الحمولة Fairing هو خطأ في الرسم الهندسي للضفيرة الكهربائية Electrical Harness Engineering Drawing . تم تصنيع تلك الضفيرة Harness وتثبيته على المركبة تمامًا كما هو محدد في إجراءاتنا وكما هو محدد الرسم الهندسي ، ولكن خطأ الرسم أدى إلى تبديل قناتين Channels (في الصورة أدناه والخاصين بالموقعين "4" و "5").



تم تبديل القناتين الكهربائيتين في الضفيرة والخاصتين بآلتي الفصل في النقطة رقم 4 والنقطة رقم 5 (الغطاء من النوع Ogive Fairing Rev01 03)– الصورة أسترا

قبل رحلة LV0008 ، أجرينا اختبار إشارة نهاية الخط End-Of-Line Signal Test للتحقق من أداء نظام الفصل Separation System والتأكد من توصيل النظام بشكل صحيح. كان هذا الاختبار قادرًا على اكتشاف خطأ في تكوين الضفيرة Harness أو في التثبيت Installation ، لكنه لم يتمكن من اكتشاف خطأ في التصميم. التبديل بين قنوات الفصل Separation Channels تسبب في تسلسل نشر Deployment Sequence مختلف عما توقعنا ، وقد أدى ذلك إلى فشل فتح غطاء الحمولة Fairing . لقد تمكنا من إعادة محاكاة وضع الفشل Failure Mode من خلال إجراء العديد من التجارب في مصنعنا باستخدام أجهزة طيران Flight Hardware حقيقية ، وهي إحدى مزايا وجود أرضية إنتاج نشطة مع توفر العديد من مركبات الإطلاق في مراحل إنتاج مختلفة في نفس الوقت.

بعد تحديد السبب الجذري لمشكلة البرنامج Software ، وجدنا أن برنامج التحكم في الطيران Flight Control Software لدينا كان عرضة لوضع فشل Failure Mode "فقدان الحزمة Packet Loss" المحدد. أدت سلسلة من الإشارات Signals المفقودة إلى سلسلة من الأحداث ، مما أدى إلى

عدم قدرة المرحلة العليا على التعافي من تَطَوّح Tumble . على الرغم من أننا صممنا مجموعة البرامج الخاصة بنا لتكون مرنة تجاه فقدان الحزم Packet Loss ، إلا أن مجموعة غير محتملة من العوامل في نفس الوقت تسببت في فشل لم نتوقعه. لقد تمكنا من استخدام جهاز محاكاة الأجهزة في الدائرة Hardware-in-the-Loop Simulator لنعرف ما حدث بالضبط وتشخيص السبب الجذري بثقة عالية.

كيف أصلحناه How We Fixed It ؟

من خلال عملية التحقيق Investigation Process ، حددنا مشكلتين تحتاجان إلى إصلاح: مشكلة الضفيرة Harness ومشكلة البرامج Software . بعد فترة وجيزة من اكتشاف خطأ رسم الضفيرة Harness Drawing ، قمنا بإصلاح الرسم ودمجنا التغيير في الضفائر Harnesses التي تم تصنيعها مسبقًا. قمنا أيضًا بتنفيذ اختبار لإشارة نهاية الخط End-of-Line Signal Test الجديد الذي سيتيح لنا تحديد هذا النوع من المشكلات في المستقبل ، إذا حدث ذلك ، قبل الإطلاق. وبخصوص البرنامج Software ، قدمنا ثلاثة ترقيات Upgrades مصممة لجعل نظامنا أكثر مرونة في مواجهة فقدان الحزم Packet Loss وفي مواجهة أنماط الفشل (الأعطال) Failure Modes المماثلة الأخرى. من خلال التكرار المستمر لتلك التغييرات والاختبار الشامل ، تمكنا من إثبات أن التغييرات ستقضي على وضع الفشل الذي رأيناه في الرحلة رقم LV0008 ، بالإضافة إلي جعل مجموعة البرامج Software أكثر قوة.

هنا في أسترا Astra ، يعد التكرار والتعلم جزءًا أساسيًا من ثقافتنا. لقد تأثرت باستمرار بالسرعة والعاطفة والاجتهاد الذي أظهره الفريق أثناء عملهم من خلال هذه المشكلات المعقدة لتحديد ما حدث بالضبط وتحديد المسار الصحيح للمضي قدمًا لحل كل مشكلة. مع تحديد الأسباب الجذرية واتخاذ الإجراءات التصحيحية ، نحن نستعد للعودة إلى منصة الإطلاق مع الرحلة رقم LV0009 قريبًا – ترقبوا ذلك!

انتهي تقرير الشركة...

ويشير موقع SpaceNews إلى أن شركة أسترا أجرت خمس محاولات لإطلاق صاروخ Rocket ، تكللت واحدة منها بالنجاح والمحاولات الأربع الأخرى باءت بالفشل.

وكانت عملية الإطلاق الناجحة في نوفمبر عام 2021 م، حيث وصل الصاروخ إلى مدار أرضي منخفض. وفي ديسمبر عام 2020 اجتاز الصاروخ خط كرمان الذي يفصل بين الغلاف الجوي للأرض والفضاء الخارجي (ارتفاعه 100 كيلومتر فوق سطح البحر).

مراجع

1- NASA’s ELaNa 41 Mission – Astra

2- Live coverage: Astra rocket fails minutes after liftoff – spaceflightnow

3- Astra Launch media kit - PDF

4- ELaNa 41 Mission – NASA

5- ELaNa 41 Factsheet - NASA - PDF

مصطلحات

Abb	En	ع
CSLI	CubeSat Launch Initiative	مبادرة إطلاق الأقمار المكعبة (التابع لناسا)
ELaNa	Educational Launch of Nanosatellites	الإطلاق التعليمي للأقمار النانوية (التابع لناسا)
	Electrical Harness Engineering Drawing	الرسم الهندسي للضفيرة الكهربائية
	End-of-Line Signal Test	اختبار لإشارة نهاية الخط
MECO	First Stage Main Engine Cutoff	إيقاف المحرك الرئيسي للمرحلة الأولى
LSP	Launch Services Program	برنامج خدمات الإطلاق (التابع لناسا)
LOX	Liquid Oxygen	أكسجين مسال
Max-Q	Maximum Aerodynamic Pressure	أقصى ضغط هوائي
PSCA	Pacific Spaceport Complex Alaska	مجمع الميناء الفضائي ألاسكا المحيط الهادئ
PST	Pacific Standard Time	الوقت الباسيفيكي القياسي – توقيت المحيط الهادئ القياسي
PT	Pacific Time	توقيت المحيط الهادئ
SECO	Second Stage Engine Cutoff	إيقاف محرك المرحلة الثانية
	Stage Separation	الفصل المرحلي
VCLS Demo	Venture Class Launch Services Demonstration	عرض تقديمي لخدمة إطلاق فئة مغامر

موضوعات أخري

من قصص الشركات الناشئة:

- الولايات المتحدة شركة أسترا Astra الخاصة لمركبات الإطلاق الفضائي
- ابتكار ثوري جديد: نظام الإطلاق الحركي Kinetic Launch System
- إطلاق فضائي استرالي جديد في الطريق
- الصاروخ Hapith I Rocket الفضائي – شبه مداري
- استراليا وسباق إطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة
- برنامج مركبات إطلاق الأقمار الصناعية التركية
- تركيا تنجح باختبار محرك صاروخ سيستخدم لإطلاق مركبة إلى القمر
- الصاروخ ZQ-2 أول صاروخ صيني يعمل بمحرك صاروخي سائل
- شركة فيرجن أوربت وإطلاق الأقمار الصناعية بمساعدة طائرة
- إطلاق أصغر الصواريخ الحاملة للأقمار الصناعية في العالم
- كل شئ عن الصاروخ مومو MOMO أول صاروخ تجاري ياباني Commercial Rocket

.

كتب

الأقمار الصناعية

* كتاب : الأقمار الصناعية Satellites من التصنيع والإطلاق إلي الإنزال – **الجزء الأول**

* كتاب : الأقمار الصناعية Satellites من التصنيع والإطلاق إلي الإنزال – **الجزء الثاني**

* كتاب : ما الذي يتطلبه الأمر لوضع قمر صناعي للهواة Amateur-Satellite في المدار؟

* كتاب : قصة إطلاق أول قمر صناعي أمريكي في سباق الفضاء إكسبلورر Explorer

* كتاب : أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية

* كتاب : الحطام الفضائي Space Debris وطرق التخلص

* كتاب : أقمار إيبوكي Ibuki Satellites اليابانية لرصد الأرض

* كتاب : كل شئ عن القمر الصناعي الياباني GRUS-1A

* كتاب : الاستشعار عن بعد واستخداماته في علم الآثار

* كتاب : (سلسلة قصة قمر صناعي) أول قمر تنجح إيران في إطلاقه نور Noor-1

* كتاب : (سلسلة قصة قمر صناعي) أول قمر إتصالات أنجولي أنجوسات AngoSat-1

* كتاب : القمر الصناعي المصري مصرسات-2 أو MisrSat-2

* كتاب : القمر الصناعي التونسي تحدي Challenge 1 – قمر قطاع خاص

* كتاب : القمر الصناعي السعودي شاهين سات Shaheen Sat نجم (Najm 1

* كتاب : مشروع القمر الصناعي التعليمي كيوب سات KSU CubeSat

* كتاب : قمر الكويت QMR-KWT Cubesat – قمر قطاع خاص

* كتاب : (سلسلة قصة قمر صناعي) القمر الصناعي الإماراتي "غالب"Ghalib

* كتاب : شبكة الإنترنت الفضائي ون ويب OneWeb

* كتاب : القمر العراقي دجلة سات TIGRISAT – قمر مكعب

مركبات الإطلاق الفضائي

* كتاب : شركة أسترا Astra لإطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة

* كتاب : اليابان وأصغر الصواريخ الفضائية الحاملة للأقمار الصناعية SS-520 .

* كتاب : الصاروخ مومو MOMO أول صاروخ تجاري ياباني Commercial Rocket

* الرابط في نهاية المقال أول صاروخ أوروبي شبه مداري من صنع شركة اسبانية خاصة MIURA-1

* كتيب التعريف بقسم : هندسة الطيران والفضاء 2005 م – جامعة الملك فهد .

* كتاب : شركة ڤيرجن أوربت Virgin Orbit وإطلاق الأقمار الصناعية بمساعدة طائرة

* الرابط في نهاية المقال نظام الإطلاق الحركي Kinetic Launch System شركة SpinLaunch الأمريكية.

سفن الفضاء Spaceships

* كتاب : امتحان رائد الفضاء Astronaut Test

* كتاب : كيف تصبح رائد فضاء How to Become an Astronaut

* كتاب : أمي رائدة فضاء للأطفال

* كتاب : برنامج الإمارات لرواد الفضاء UAE Astronaut Programme

* قاموس الإختصارات الفضائية والفلكية Space Abbreviations

* كتاب : أحكام الفضاء الخارجي في الفقه الإسلامي

* كتاب : استخدام الفضاء الخارجي وانعكاساته

* كتاب : رحلات الفضاء _ تاريخ موجز Spaceflight: A Concise History

* كتاب 7 أيام في الفضاء

* كتاب : Packing for Mars

* كتاب : أطلس الفضاء The Space Atlas

* كتاب: المركبة الفضائية Space Ship من التصنيع إلي الإطلاق والهبوط (ص2)

* كتاب : مركبة التنين الفضائية (دراجون) المأهولة Crew Dragon

* كتاب : قصة أول رحلة تجارية للسياحية الفضائية Inspiration4

* كتاب : قصة الإطلاق التجريبي لمركبة Starliner المأهولة إلى المحطة الفضائية الدولية

* كتاب : الطائرة شبه المدارية SpaceShip Two

* كتاب : بعض مهمات مركبة الشحن الفضائي بروجريس إم إس Progress MS

محطات الفضاء

* كتاب : محطة الفضاء الدولية International Space Station

* كتب : باللغة الإنجليزية – الفضاء

مسابير الفضاء

* مسابير الفضاء – Space Probes الإصدار الأول (نسخة تجريبية)

* كتاب : البعثة الفضائية إنسايت InSight لاستكشاف باطن المريخ

* كتاب : مسبار الأمل الإماراتي إلى المريخ UAE Hope Mars Probe

* كتاب : كل شئ عن مسبار الصين إلي المريخ تيانون Tianwen-1

* كتاب : المسبار القمري الروسي لونا Luna 25

* كتاب : المسبار القمري الإماراتي راشد UAE Rashid Lunar Rover

* كتاب : المسبار القمري الصيني تشانغي Chang'e 5

* كتاب : نظام اختبار إعادة توجيه كويكب مزدوج DART

* كتاب : المركبة المدارية للكويكب سايكي Psyche (مسبار فضائي)

علماء وشخصيات

* كتاب: مهندسة الصواريخ الفضائية – مشاعل الشميمري Mishaal Ashemimry

مؤسسات

* كتاب : مركز اختبار المركبات الفضائية الأوروبية ESTEC Test Centre

* كتاب: مؤسسة إطلاق البالونات الهندية TIFR Balloon Facility

* كتاب : أسبوع الفضاء العالمي World Space Week

فلك

* كتاب : الكويكبات والنيازك Asteroids and Meteorites