

ابن مستقبل ADS-B الخاص بك وضع سماءك على الخريطة

كل ما في هذه الدورة يمكن التحقق منه من نافذتك. تخبرك هذه الورشة بالضبط ماذا تشتري، وكيف تركّبه، وكيف تثبت مغذي Dataero على Raspberry Pi، وكيف ترى الطائرات التي تسمعها تظهر على radar.dataero.eu منسوبة إلى محطتك. لا حاجة إلى أي خبرة في الراديو أو الإلكترونيات أو Linux. الميزانية نحو 100 إلى 150 يورو، وبعد ظهر واحد، ونافذة تطلّ على السماء.

تعلّم - 2026-10-22 <https://radar.dataero.eu/ar/learning/workshop>

المحتويات

الخطوة 4 البتّ المباشر، وطلب ملكية مستقبلك	قبل أن تبدأ ماذا ستبني، ولماذا يستحق الأمر العناء
الخطوة 5 الضبط، وفهم ما تراه	صورة واحدة كيف تترابط القطع
عندما لا يعمل استكشاف الأخطاء وإصلاحها	قائمة المشتريات ماذا تشتري، قطعة قطعة
بعد ذلك إبقاؤه قيد التشغيل	أين يوضع وضع الهوائي: الارتفاع والسماء والكابل
لفصل دراسي أو عائلة تحويل المستقبل إلى مشروع	الخطوة 1 تركيب العتاد
أهلاً بك ما يحصل عليه المغذون، وما تحصل عليه الخريطة منك	الخطوة 2 تحضير Raspberry Pi
	الخطوة 3 تثبيت مغذي Dataero

قبل أن تبدأ

ماذا ستبني، ولماذا يستحق الأمر العناء

المستقبل أربعة أشياء في صف واحد: هوائي يلتقط موجة 1090 MHz، ودونجل USB يحوّل الموجة إلى أرقام، وحاسوب صغير يفرّج ترميز الأرقام إلى رسائل، واتصال بالإنترنت يحمل المواقع المفكوكة إلى Dataero. ومن لحظة تشغيل المغذي، تُرسم كل طائرة يسمعها هوائيك على الخريطة المباشرة في radar.dataero.eu، للجميع، مع ذكر محطتك مصدرًا لها. لا شيء في السلسلة يُرسل: أنت تستمع فقط، والاستماع قانوني في بلجيكا وفي كل أنحاء الاتحاد الأوروبي وفي معظم العالم (إن كنت تعيش في مكان آخر، فراجع قواعد معدّات الاستقبال في بلدك).

شرحت الدورة لماذا يعمل النظام؛ والمستقبل يتيح لك اختباره. ستقيس الأفق الراديوي من الفصل 7 على طائرات حقيقية، وترى قانون التريع العكسي في عمود شدة الإشارة، وتراقب معدل الرسائل يتغيّر مع ساعات اليوم، وتقارن هوائي نافذة بهوائي سطح. فهو للعائلة المشروع الذي تنتهي به القصة؛ وللغرض الدراسي أداة دائمة على السطح تنتج بيانات حقيقية طوال العام.

وهو يجعلك أيضًا مغذيًا. فخريطة Dataero مبنية كليًا من مستقبلات يستضيفها متطوعون ومطارات ومدارس، والخريطة جيدة بقدر جودة مستمعيها. ويحصل المغذي، مجانًا، على ما لا يحصل عليه الزائر: لوحة تحكم بما تسمعه المحطة، وخريطة تغطية لرقعتها من السماء بالأبعاد الثنائية والثلاثية، و365 يومًا من سجل الرحلات، ومكان على لوحة الصدارة في مواجهة كل محطة أخرى في الشبكة. لا شيء يُدفع، ولا شيء يُوقّع، ويستطيع المستقبل نفسه الاستمرار في تغذية أي شبكة أخرى تستخدمها أصلًا.

الوقت والمال والمهارات

المال: 150 إلى 200 يورو للتركيب الأساسية، مشتراة جديدة، و300 إلى 420 للتركيب المتقدمة؛ وأقل إن كنت تملك Raspberry Pi أصلاً. **الوقت:** بعد ظهر واحد بعد وصول القطع - نحو 30 دقيقة للتركيب، و10 دقائق لتحضير بطاقة الذاكرة، و10 دقائق لتثبيت المغذي. **المهارات:** ربط موصل، ونسخ ثلاثة أسطر في طرفية. **تكلفة التشغيل:** يسحب المستقبل 4 إلى 5 واط، أي نحو 40 kWh في السنة، ما يعادل تقريباً 10 إلى 15 يورو من الكهرباء.

صورة واحدة

كيف ترابط القطع



تندقق الإشارة من اليسار إلى اليمين. المراحل الثلاث على اليسار راديو، والمرحلتان التاليتان حوسبة، والمراحل الثلاث الأخيرة شبكة. ولكل مرحلة فصل في الدورة المرجعية.

الهوائي هو حيث تحدث فيزياء الفصول 5 إلى 8: ربع موجة من المعدن، طوله نحو 65 mm، يرنّ مع موجة طولها 27.5 cm ويحوّل بضعة أجزاء من مليار من الواط إلى جهد ضئيل. ويحمل الكابل ذلك الجهد إلى الدونجل ويفقد نحو نصفه كل عشرة أمتار إن كان رقيقاً، ولهذا ينبغي أن يكون الهوائي قريباً من الدونجل أو أن يكون الكابل سميكاً. والمرشح والمضخم اختياريان: يقوّيان إشارة 1090 MHz قبل وصولها إلى الدونجل ويرفضان إرسالات الهاتف المحمول وراديو FM التي كانت ستصمّه لولاهما. والدونجل راديو معرّف بالبرمجيات يعاين الموجة مليوني مرة في الثانية ويسلّم الأرقام إلى Raspberry Pi، حيث يعثر المفكّك (reads)، وهو سليل dump1090 على مقدّمة الفصل 4، ويقرأ البتات الـ112، ويتحقّق من رمز الخطأ ويُهمل كل ما يخفق فيه. ثم يمرّر مغذي Dataero الرسائل المفكّكة عبر اتصالك بالإنترنت إلى مركز الاستيعاب في Dataero، الذي يدمج محطاتك مع كل محطة أخرى في الخريطة.

قائمة المشتريات

ماذا تشتري، قطعة قطعة

القائمة أدناه كاملة: بهذه القطع ولا شيء غيرها ستكون مغذياً. وهي متاحة بتركيبتين. التركيب الأساسية تُبقي هوائياً صغيراً داخل المنزل، عند نافذة أو في العلّية، وتكفي لرؤية النظام يعمل وللتغذية منذ المساء الأول؛ أما التركيب المتقدمة فتضع هوائياً مضبوطاً في الخارج، مع مضخم مزوّد بمرشح وكابل قليل الفقد، وتبلغ الأفق الراديوي. الأسعار استرشادية، للقطع الجديدة، شاملة ضريبة القيمة المضافة، وتختلف من متجر إلى آخر ومن شهر إلى آخر. تفتح أزرار الشراء كل قطعة في متجر Amazon للبلد الذي تختاره؛ والقطع نفسها تُباع في أي متجر إلكترونيات، والحاسوب لدى مؤزعي Raspberry Pi الرسميين (يسردهم موقع Raspberry Pi بحسب البلد). أيّ كان المتجر، اشترِ الدونجل المعروض لـ ADS-B، لأن الدونجل نفسه حين يُباع موالف تلفاز كثيراً ما يكون نسخة أقدم وأكثر وضواً.

الحاسوب: Raspberry Pi

Raspberry Pi 4 Model B بذاكرة 2 GB هو الخيار الصحيح: يفكّ ترميز 1090 MHz بجزء يسير من قدرته، وله أربعة منافذ Ethernet سلكي وWi-Fi، ويُباع في حقيبة مع علبة ومزوّد طاقة. ويعمل Raspberry Pi 5 بالجودة نفسها ويكلف أكثر قليلاً؛ ويعمل Raspberry Pi 3B+ إن كنت تملك واحداً أصلاً؛ ويعمل Raspberry Pi Zero 2 W لكنه ضيّق في طاقة USB ويُستحسن تجنّبه في بناء أول. اشترِ **مزوّد الطاقة الرسمي** لطرازك (شاحن هاتف ضعيف هو السبب الأكثر شيوعاً لمستقبل بعيد

التشغيل عشوائيًا)، وبطاقة **microSD بسعة 16 أو 32 GB** من علامة معروفة، وعلبة فيها بعض التهوية، لأن الدونجل والمعالج كليهما يسخنان. وأضف طقم المشتتات الحرارية الصغيرة إن لم تتضمنه الحقيبة. توقّع 50 إلى 70 يورو للحاسوب، و10 إلى 15 لمزود الطاقة، و10 للبطاقة و10 للعلبة.

الراديو: دونجل RTL-SDR

الدونجل راديو معرّف بالبرمجيات مبني حول شريحة RTL2832U وموالف R820T2 أو R860، من العائلة نفسها التي وصفها الفصل 9. اشترِ واحدًا يُباع **ADS-B J**. وأفضل خيار للبداية دونجل **بمرشّح ومضخّم مدمجين J 1090 MHz** (FlightAware Pro Stick Plus هو الأشهر؛ FlightStick من AirNav مماثل): فالمرشّح والمضخّم منخفض الضوضاء اللذان كنت ستشتريهما منفصلين موجودان داخل القطعة، وهو يسمع أبعد بمرتين إلى ثلاث مرات من دونجل عادي في المدينة. ويعمل أيضًا دونجل للأغراض العامة (RTL-SDR Blog V4، أو Nooelec NESDR SMARTEE) وهو أكثر تنوعًا إن أردت الاستماع إلى أشياء أخرى لاحقًا، لكن أضف المرشّح الخارجي الموصوف أدناه إن كنت تعيش على بعد بضعة كيلومترات من أبراج الهاتف المحمول. وائيًا كان ما تشتريه، تحقّق من موصل الهوائي: **SMA** هو المعيار وكل هوائي وكابل في هذه القائمة يستخدمه؛ وتجنّب الدونجلات ذات موصل MCX الصغير، الذي يحتاج إلى مهائئ وينكسر. توقّع 30 إلى 45 يورو.

الهوائي

ابدأ بالهوائي المغناطيسي الصغير الذي يأتي في علبة الدونجل، إن وُجد: على سطح معدني عند نافذة يسمع طائرات على بعد 80 إلى 150 km وكفي لرؤية النظام يعمل في المساء الأول. غير أن المستقبل الحقيقي يحتاج إلى **هوائي مضبوط على 1090 MHz**، وهذه هي القطعة التي لا ينبغي التوفير فيها: هوائي خطي متراس في أنبوب مقاوم للطقس، طوله 60 إلى 70 cm، بكسب 4 إلى 6 dBi وموصل N أو SMA في أسفله (هوائي FlightAware J 1090 MHz وA3 من Jetvision هما الخياران المعتادان، 50 إلى 70 يورو). وهو مصنوع ليرتّب عند الطول الموجي من الفصل 8 بالضبط وليركّز حساسيته نحو الأفق، حيث الطائرات البعيدة؛ وفي الخارج، على سارية قصيرة رؤية خالية، يبلغ الأفق الراديوي، 350 إلى 450 km للطائرات على ارتفاع الطيران الاعتيادي. أما الهوائيات المصنوعة في البيت من سلك مقصوص فتجربة فصل دراسي لا مستقبل: بضعة مليمتترات من الخطأ تخرجها عن الضبط فلا تسمع إلا جزءًا يسيرًا مما يسمعه هوائي مضبوط في المصنع.

الكابل والموصلات

إن كان الهوائي بجوار الـ Pi، يكفي **كابل من 1 إلى 3 m من SMA ذكر إلى SMA ذكر** من نوع رفيع ومرن (RG-174 لمتر واحد، و-RG 58 أو H155 لثلاثة أمتار). وكلما طال المدّ، وجب أن يكون الكابل أسمك: عند 1090 MHz يفقد الكابل الرفيع نحو 3 dB، أي نصف الإشارة، كل عشرة أمتار، بينما يفقد كابل سميك منخفض الفقد مثل LMR-400 أو H1000 نحو 1.3 dB. لذلك يحتاج هوائي سطح على بعد 15 m من الـ Pi إلى LMR-400 أو إلى مضخّم مرشّح عند الهوائي، أو إلى كليهما. اشترِ الكابل مقطوعًا على الطول المطلوب مع الموصلات مركّبة (N ذكر عند طرف الهوائي إن كان للهوائي مقبس N، وSMA ذكر عند طرف الدونجل)، لأن تركيب موصل N يدويًا يحتاج إلى أداة كبس وإلى تمرّس. توقّع 10 يورو لكابل قصير، و30 إلى 60 لكابل طويل منخفض الفقد. وأضف **كابل تمديد USB قصيرًا**، 30 إلى 50 cm، لإبعاد الدونجل عن الـ Pi: فالدونجل الموصل مباشرة في اللوحة يلتقط الضوضاء الراديوية للمعالج نفسه ويسدّ المنفذ المجاور.

المرشّح والمضخّم (اختياريان، لكنهما أرخص مدى يمكنك شراءه)

إن لم يكن في الدونجل مرشّح مدمج، فإن **مرشّح تمرير نطاق J 1090 MHz** (20 إلى 25 يورو، SMA في الدخل والخرج) بين الكابل والدونجل يزيل إشارات الهاتف المحمول وFM والتلفاز وأجهزة النداء التي يستقبلها الدونجل العادي أيضًا والتي تُشبعه قرب المدينة. والأفضل منه **مضخّم منخفض الضوضاء مرشّح** (نحو 35 يورو؛ RTL-SDR Blog 1090 LNA ومضخّم Uputronics الأولي هما

الشائع)، مركّب عند طرف الهوائي من كابل طويل: يضخّم الإشارة قبل أن يفقدها الكابل، ويتغذّى بالطاقة من الدونجل عبر الكابل نفسه (*bias tee*)، ويجب أن يدعمه الدونجل؛ و Blog V4 و Pro Stick Plus و SMARtee تدعمه كلها). أما المضخّم عند طرف الـ Pi من كابل طويل فيكاد يكون بلا فائدة، لأنه يضخّم ما فقده الكابل أصلاً.

الأدوات وما تبقى

تحتاج إلى حاسوب بقارئ بطاقات SD (أو قارئ بطاقات 5، USB، يورو) لكتابة بطاقة الذاكرة، وإلى كلمة مرور Wi-Fi لراوتر منزلك أو منفذ Ethernet حر مع كابل، وللهوائي، إلى حافة نافذة أو عارضة في العلبة أو سارية قصيرة بحاملين جداريين. وللهوائي خارجي أضف شريطًا ذاتي الالتحام لإحكام إغلاق الموصل (3 يورو)، وأربطة كابلات، وبضعة أمتار من الكابل الزائد لعمل عروة تقطير. ومفك صغير ومقصّ هما الأدوات الوحيدتان.

التركيبة الأساسية هوائي صغير في الداخل، عند نافذة أو في العلبة - 50 إلى 150 km - إلى 200 EUR

القطعة	ما فائدتها	اشتر من Amazon
طقم Raspberry Pi 4 طراز B بذاكرة 2 أو 4 GB، مع محوّل الطاقة الرسمي وعلبة مهوّة وبطاقة microSD سعة 32 أو 64 GB، كلها في الطقم؛ طقم Raspberry Pi 5 يفي بالغرض أيضًا	يفكّ ترميز الرسائل ويشغّل مغذّي Dataero	https://radar.dataero.eu/go/pi
دونجل AirNav Radar FlightStick راديو برمجي USB بمرشّح ومضخّم 1090 MHz مدمجين ومقبس SMA؛ و FlightAware Pro Stick Plus، ما دام متوفّرًا، مكافئ له	يحوّل الموجة الراديوية إلى أرقام؛ والمرشّح والمضخّم المدمجان هما ما يمنحه المدى في المدينة	https://radar.dataero.eu/go/sdr
كابل تمديد 30 USB، إلى 50 cm USB 2.0، من A ذكر إلى A أنثى	يُبعد الدونجل عن ضوضاء المعالج الراديوية ويحرّر المنفذ المجاور	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
هوائي 1090 MHz صغير بقاعدة مغناطيسية مضبوط لـ ADS-B، بكابله الخاص وقابس SMA ذكر	يلتقط الموجة عند نافذة؛ وعلى سطح معدني يسمع الطائرات على بعد 50 إلى 150 km	https://radar.dataero.eu/go/antenna-indoor

التركيبة المتقدمة هوائي خارجي على سارية قصيرة، للمدى البعيد - 250 إلى 400 km - إلى 420 EUR

القطعة	ما فائدتها	اشتر من Amazon
طقم Raspberry Pi 4 طراز B بذاكرة 2 أو 4 GB، مع محوّل الطاقة الرسمي وعلبة مهوّة وبطاقة microSD سعة 32 أو 64 GB، كلها في الطقم؛ طقم Raspberry Pi 5 يفي بالغرض أيضًا	يفكّ ترميز الرسائل ويشغّل مغذّي Dataero	https://radar.dataero.eu/go/pi

القطعة	ما فائدتها	اشتر من Amazon
دونجل AirNav Radar FlightStick راديو برمجي USB بمرشّح ومضخّم 1090 MHz مدمجين ومقبس SMA؛ FlightAware Pro Stick Plus، ما دام متوفرًا، مكافئ له	يحوّل الموجة الراديوية إلى أرقام؛ والمرشّح والمضخّم المدمجان هما ما يمنحه المدى في المدينة	https://radar.dataero.eu/go/sdr
كابل تمديد 30 USB، إلى 50 cm USB 2.0، من A ذكر إلى A أنثى	يُبعد الدونجل عن ضوء المعالج الراديوية ويحرّر المنفذ المجاور	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
هوائي FlightAware الخارجي 1090 MHz خطّي مترافف في أنبوب مقاوم للطقس، 66 cm، مقبس N أنثى؛ والبديل هو A3 من Jetvision	مصنوع ليبرّن عند 27.5 cm بالضبط وينظر إلى الأفق: في الخارج، مع رؤية مكشوفة، يبلغ الأفق الراديوي	https://radar.dataero.eu/go/antenna-outdoor
مضخّم 1090 MHz مزوّد بمرشّح RTL-SDR Blog ADS-B LNA، Nooelec Uputronics أو مضخّم SAWbird+ ADS-B الأولي، يتغذّى عبر الكابل (bias tee)	مركّب عند الهوائي، يقوّي الإشارة قبل أن يفقدها الكابل	https://radar.dataero.eu/go/lna
محوّل من N ذكر إلى SMA ذكر بين مقبس N في الهوائي ومقبس SMA في المضخّم	يصل الهوائي بالمضخّم	https://radar.dataero.eu/go/adapter
كابل متحد المحور قليل الفقد، 10 m LMR-400 أو SMA، H1000 ذكر في الطرفين، مقطوع على المقاس وموصلاته مركّبة	ينقل الإشارة من السطح إلى الدونجل ولا يفقد سوى نحو 1.3 dB لكل 10 m	https://radar.dataero.eu/go/coax
سارية قصيرة بحوامل جدارية طولها نحو 1 m، قطرها 30 إلى 40 mm، مع حاملين	ترفع الهوائي فوق خط السطح، بعيدًا عن الجدران والمداخل	https://radar.dataero.eu/go/mount
شريط ذاتي الالتحام لقّة واحدة	يُحكم إغلاق كل موصل خارجي ضد المطر	https://radar.dataero.eu/go/tape

بصفحتها شريكًا في برنامج Amazon Associates، تحصل Dataero Europe على عائد من المشتريات المؤهلة التي تتم عبر هذه الروابط، دون أي تكلفة إضافية عليك. الأسعار والمخزون والتوصيل هي ما يعرضه Amazon؛ ويمكن شراء القطع نفسها من أي متجر إلكترونيات.

ما لا ينبغي شراؤه

قطعة تلفاز عشرة يورو هات بشريحة مجهولة وموصل MCX (تعمل أسبوعيًا، ثم تنحرف، وتسخن، وتفقد الرسائل الضعيفة)؛ وهوائي ديسكون «عريض النطاق» أو هوائي راديو سيارة (غير رّان عند 1090 MHz؛ يشرح الفصل 8 لماذا يهّم الطول)؛ وهوائي Wi-Fi أو 4G بموصل يبدو مناسبًا (تردد خاطئ)؛ وكابل طويل بموصلات تكبسها بنفسك؛ وشاحن هاتف مزوّدًا للطاقة؛ Raspberry Pi مستعمل مجهول المصدر وفيه بطاقة أصلًا.

أين يوضع

وضع الهوائي: الارتفاع والسماء والكابل

الموضع يتفوّق على السعر. تقول معادلة الأفق الراديوي من الفصل 7، $d = 4.12 \times (\sqrt{h_{\text{هوائي}}} + \sqrt{h_{\text{طائرة}}})$ km، وإن الارتفاعات بالأمطار، إن هوائيًا على ارتفاع 2 m على حافة نافذة يرى طائرة ركاب على ارتفاع 11,000 m حتى مسافة 438 km، وإن الهوائي نفسه على سطح بارتفاع 20 m يراها أبعد بـ 13 km فقط. فالارتفاع بهم أقل بكثير ممّا هو **في الطريق**: جدار أو تلّ أو سطح معدني أو مبنى مجاور يحجب خط البصر كليًا، ونافذة تواجه الجهة البعيدة عن الممر الجوي تسمع نصف السماء. لذلك ليس السؤال الأول «كم الارتفاع» بل «ماذا يستطيع الهوائي أن يرى»، وينبغي أن يكون الجواب: أكبر قدر ممكن من السماء، نزولًا حتى الأفق، في أكبر عدد ممكن من الاتجاهات.

عند نافذة، ضع الهوائي على الجانب الخارجي من الزجاج إن استطعت (على درابزين شرفة، ممسوًا بمغناطيسه على صفيحة فولاذية)، وإلا فعلى الحافة الداخلية ملاصقًا للزجاج؛ فالزجاج المزدوج الحديث ذو الطلاء المعدني يُضعف الإشارة بشكل ملحوظ، والنافذة التي تُفتح تسمح بإخراج الكابل. واختر النافذة التي تواجه أقرب مطار أو أكثر الممرات الجوية ازدحامًا؛ والخريطة المباشرة تخبرك أيها. **في العلبة**، يكاد سطح من القرميد أو الإردواز يكون شفافًا لموجة 1090 MHz ويرى الهوائي كل الاتجاهات؛ أما السطح المعدني أو العازل المبطن بالرقائق فمعتّم. علّق الهوائي من عارضة، بأعلى ما يسمح به السطح، بعيدًا عن خزانات الماء والأسلاك. **على السطح**، سارية بتمر واحد فوق القمة على حاملين جداريين تتجاوز المدخنة والجيران؛ وهذا هو الموضع الذي يبلغ الأفق الراديوي، والذي يحتاج إلى كابل سميك أو إلى مضخم عند الهوائي.

الكابل	الفقد لكل 10 m عند 1090 MHz	الإشارة المتبقية بعد 10 m	الاستخدام
RG-174 (قطر 2.8 mm)	نحو 7 dB	20 %	في الداخل، أقل من 1 m
RG-58 (قطر 5 mm)	نحو 5 dB	30 %	في الداخل، من 1 إلى 3 m
H155 / LMR-200 (قطر 5.5 mm)	نحو 3 dB	50 %	حتى 5 m
LMR-400 / H1000 (قطر 10 mm)	نحو 1.3 dB	75 %	مدود سطح من 10 إلى 20 m
مضخم عند الهوائي + أي كابل	الفقد يُدفع قبل الكابل	كلها تقريبًا	أي مدّ طويل

السلامة

لا تضع الهوائي أبدًا حيث يمكن أن يلامس خط كهرباء علويًا أو يسقط عليه؛ وأبقه تحت أعلى نقطة في السطح إن كان للمبنى مانعة صواعق، وإلا فتقبّل أن هوائيًا بلاستيكيًا صغيرًا على سارية بطول 1 m لا يجذب الصواعق أكثر مما تجذبها المدخنة، لكن افصل الدونجل أثناء العاصفة الرعدية. والعمل على السطح للكبار، في ضوء النهار، مع شخص يمسك السلم؛ والعلبة أو النافذة تعطي 80 % من النتيجة من دون أي من المخاطر. أحكم إغلاق كل موصل خارجي بشريط ذاتي الالتحام واترك عروة في الكابل تحت نقطة الدخول ليتقطّر المطر بدلًا من أن يتسرّب. والمستقبل يستمع فقط: لا شيء هنا يُشعّ.

الخطوة 1

تركيب العتاد

التركيب هو ربط الموصّلات ببعضها؛ والشئ الوحيد الذي ينبغي إتقانه هو شدّ كل منها باليد حتى يتوقّف عن الدوران، من دون أداة، وتجنّب ثني الكابل بحدّة على بعد عرض كفّ من أي موصل.

1. ركب المشتّات الحرارية على الـ Pi إن كانت في الحقيبة، وضع الـ Pi في علبته واترك الغطاء مفتوحًا الآن.

2. اربط كابل الهوائي بالهوائي (N أو SMA، بشدّ اليد)، وإن كنت تستخدم مرشحاً أو مضخّماً منفصلاً، فاربطه بطرف الكابل الذي يلي الدونجل: الهوائي، ثم الكابل، ثم المرشح أو المضخّم، ثم الدونجل، بهذا الترتيب. أما المضخّم عند الهوائي فيوضع بدلاً من ذلك بين الهوائي والكابل.
3. اربط الكابل بمقبس SMA في الدونجل. أوصل الدونجل بكابل تمديد USB والتمديد بأحد منافذ USB 3 الزرقاء في الـ Pi (أي منفذ يعمل؛ لكن الزرقاء هي الأبعد عن هوائي Wi-Fi).
4. ضع الهوائي حيث قرّرت أعلاه ومزّرك الكابل بانحناءات لطيفة. وضع الدونجل في مكان يصله الهواء؛ فهو يعمل دافئاً عند اللمس، وهذا طبيعي.
5. أوصل كابل Ethernet بالراوتر إن كنت تستخدمه. ولا توصل الطاقة بعد: بطاقة الذاكرة أولاً.

الخطوة 2

تحضير Raspberry Pi

- يحتاج الـ Pi إلى نظام تشغيل على بطاقة ذاكرته وإلى طريقة تكتب بها الأوامر فيه من حاسوبك. وكلاهما يستغرق عشر دقائق ويُنجز بالنقر في برنامج واحد، **Raspberry Pi Imager**، تنزّله مجاناً من موقع Raspberry Pi لنظام Windows أو macOS أو Linux.
1. ضع بطاقة microSD في حاسوبك. افتح Raspberry Pi Imager. تحت «Raspberry Pi Device» اختر طرازك؛ وتحت «Operating System» اختر **Raspberry Pi OS (other)**، ثم **Raspberry Pi OS Lite (64-bit)**، النسخة من دون سطح مكتب، لأن المستقبل لا تكون له شاشة أبداً؛ وتحت «Storage» اختر البطاقة.
 2. انقر Next، وعندما يعرض Imager تطبيق إعدادات تخصيص نظام التشغيل، انقر **Edit settings**. في تبويب General عيّن اسم المضيف إلى **adsb** (ليستجيب الـ Pi لاسم adsb.local)، وعلم «Set username and password» واختر كليهما (دوّنهما)، وأدخل اسم شبكة Wi-Fi وكلمة مرورها مع بلدك ما لم تستخدم كابل Ethernet؛ وعيّن منطقتك الزمنية. وفي تبويب Services علم **Enable SSH** مع المصادقة بكلمة مرور. احفظ، ثم أكد أن البطاقة ستُحمى ودع Imager يكتبها ويتحقّق منها.
 3. ضع البطاقة في الـ Pi، وأوصل مزوّد الطاقة وانتظر دقيقتين: يومض الضوء الأخضر أثناء بدء التشغيل، والبدء الأول أبطأ.
 4. افتح طرفية على حاسوبك: في Windows، PowerShell (ابحث عنه في قائمة ابدأ)؛ وفي Mac، Terminal؛ وفي Linux، أي طرفية. اكتب الأمر أدناه باسم المستخدم الذي اخترته، واضغط Enter، وأجب بـ **yes** عن السؤال عن البصمة، ثم اكتب كلمة مرورك (لا يظهر شيء أثناء الكتابة) واضغط Enter. يتغيّر المحثّ إلى محثّ الـ Pi: أنت الآن تكتب على المستقبل.

```
ssh <username>@adsb.local
```

إن لم يُعثر على *adsb.local*، فراوترك لا يمرّر الأسماء المحلية: افتح صفحته على الويب، وابحث عن قائمة الأجهزة المتصلة، ودوّن عنوان IP للـ Pi (شيء مثل 192.168.1.42) واستخدمه بدلاً من الاسم. وبعد الاتصال، حدّث النظام وثبّت git، الأداة التي تنزّل المغذّي؛ انسخ السطر، والصقه، واضغط Enter وانتظر. وقد يستغرق التحديث عشر دقائق في المرة الأولى.

```
sudo apt update && sudo apt full-upgrade -y && sudo apt install -y git
```

الخطوة 3

تثبيت مغذي Dataero

مغذي Dataero برنامج صغير مفتوح المصدر تنشره Dataero على GitHub (github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder) يفعل مثبتته كل ما يحتاج إليه المستقبل: يثبت المفكّك (readsb) إن لم يكن في الـ Pi واحد، ويسجل مستقبلك لدى Dataero، ويولد معرف المستقبل الفريد الخاص به، ويعدّ الخدمات التي تمرّر الرسائل وتُبقى الاتصال حيّاً، ويتحقّق في النهاية من أن Dataero تستطيع سماعك. ويمكنك قراءة كل سطر منه على GitHub قبل تشغيله. ثلاثة أوامر، تُكتب على الـ Pi، واحدًا تلو الآخر:

```
git clone https://github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder
cd dataero-adsb-feeder
sudo bash installer.sh
```

يطرح المثبت بضعة أسئلة. وإليك ما يعنيه كل منها وبماذا تجيب.

ما يسأله المثبت	ما يعنيه	بماذا تجيب
Do you want to automatically install readsb? (yes/no)	لم يُعثر على مفكّك في هذا الـ Pi؛ وreadsb هو البرنامج الذي يحوّل عيّات الدونجل إلى رسائل.	اكتب yes، كاملة. وأي إجابة أخرى توقف المثبت. ويستغرق التنزيل والبناء بضع دقائق.
Station name (optional)	الاسم الذي يظهر مع مستقبلك على الخريطة وعلى لوحة الصدارة.	اسم قصير: بلدتك وكلمة، أو اسم مدرسة. ويمكن تغييره لاحقاً بتشغيل المثبت مرة أخرى.
Enable MLAT for this receiver? (y/N)	التحديد متعدّد المواقع (الفصل 10): توقيت مستقبلك يساعد على تحديد موقع الطائرات التي لا ترسل موقعًا. ويحتاج إلى موقع دقيق للهوائي.	n لتثبيت أول، أو y إن كنت تستطيع إعطاء موقع الهوائي بدقة بضعة أمتار.
Latitude, Longitude, Antenna altitude (metres)	أين الهوائي. إلزامي مع MLAT، واختياري في غير ذلك؛ ويُستخدم لخريطة تغطيتك وإحصاءات المدى.	درجات عشرية بنقطة (50.8467, 4.3525)، والارتفاع فوق سطح البحر بالأمتار: ارتفاع الأرض عند عنوانك مضافاً إليه ارتفاع الهوائي فوق الأرض.

للعثور على الموقع، افتح أي خريطة على الإنترنت، وانقر بالزر الأيمن على موضع الهوائي بالضبط وانسخ الإحداثيات؛ تُظهر معظم الخرائط ستة أرقام عشرية، وهي دقة عُشر متر. وارتفاع الأرض موجود على خريطة طبوغرافية أو في حقل «الارتفاع» في تطبيق GPS؛ أضف إليه ارتفاع الهوائي فوق الأرض (نافذة في الطابق الثاني نحو 6 m، وقمة سطح منزل من طابقين نحو 9 m). وكثيرًا ما يخطئ الارتفاع الذي يعطيه الهاتف بعشرة أو عشرين مترًا، فاستخدم الخريطة للأرض وشريط قياس للباقي. ولا تفعل MLAT بموقع مخفّن: فالمستقبل الذي يقول توقيته «أنا هنا» من مكان آخر يُفسد كل حلّ يشارك فيه.

ثم يعمل المثبت بضع دقائق وينتهي بلافتة تبدأ بـ **Installation complete**. ويطبع **معرف مستقبلك**، وهو رمز طويل من حروف وأرقام (UUID)، ومركز Dataero الذي تتصل به محطتك، ونتيجة أول اتصال بـ Dataero: عندما يقبل المسجل نبضة المستقبل، تصير محطتك حيّة. ومعرف المستقبل هو مفتاح محطتك: يسافر مع كل رسالة وهو ما تلصقه في حسابك لطلب ملكيته. واحتفظ به لنفسك، لأن أول حساب يربطه يملك المستقبل. وإن فقدته يومًا، فهو مخزّن على الـ Pi:

```
sudo grep RECEIVER_UUID /usr/local/dataero-adsb-feeder/.env
```

ما يتركه المثبت قيد التشغيل

ثلاث خدمات صغيرة تبدأ من تلقاء نفسها عند كل إقلاع: *readsb*، المفكك، الذي يقدّم أيضًا خريطة محلية؛ و-*dataero*، *readsb*، نسخة ثانية من المفكك للشبكة فقط تمرر سيلاً مختصرًا من رسائلك إلى مركز Dataero؛ و*dataero-feeder*، النبضة التي تخبر Dataero بأن محطتك حيّة. ومع تفعيل MLAT، خدمة رابعة، *dataero-mlat*. وتشغيل المثبت مرة أخرى لاحقًا يحتفظ بمعرف مستقبلك واسمه وموقعه ولا يحدث إلا ما تغيّر.

الخطوة 4

البث المباشر، وطلب ملكية مستقبلك

خلال دقيقة من ظهور اللافتة، ينبغي أن تظهر أول طائرة. انظر في ثلاثة أماكن. على الـ Π نفسه، يطبع الأمر أدناه جدولًا مباشرًا بكل طائرة يجري فكّ ترميزها، مع عنوانها ورمز نداثها وارتفاعها وسرعتها وشدة الإشارة بـ dBFS؛ اضغط **q** للخروج منه. وقد أعدّ مثبّت *readsb* أيضًا خريطة محلية على الـ <http://adsb.local/tar1090>، Π (أو عنوان IP بدلًا من الاسم)، تُظهر رؤية محطتك وحدها للسماء مع حلقات المدى. وعلى radar.dataero.eu، الخريطة العامة، تُرسم الطائرات التي تسمعها محطتك مع طائرات الجميع خلال ثوانٍ.

viewadsb

مستقبلك يغذي أصلًا، من دون اسم. و**طلب ملكيته** يربطه بحسابك ويفتح جانب المغذي من الموقع: افتح radar.dataero.eu وأنشئ حسابًا مجانيًا أو سجّل الدخول، وافتح **أجهزة الاستقبال** في قائمة الحساب، واختر **ربط جهاز استقبال** والصق معرف المستقبل الذي طبعه المثبت. استخدم معرف مستقبل Dataero، لا UUID من برنامج مغذي آخر إن كنت تشغل واحدًا. ومن تلك اللحظة يكون لمحطتك اسم على الخريطة، و**لوحة التحكم** (الطائرات المرصودة، والرسائل في الثانية، وأكثر الساعات ازدحامًا، وأندر الطائرات)، و**خريطة التغطية** المرسومة من شدة إشارة كل رسالة بالأبعاد الثنائية والثلاثية، و**365 يومًا من سجل الرحلات** بدلًا من لا شيء للزائر، ومرتبّة على **لوحة الصدارة**. وكل ما جُمع قبل طلب الملكية موجود هناك أصلًا.

ما تتوقّعه في المساء الأول: عند نافذة بهوائي العلبة، 20 إلى 60 طائرة في آن واحد في جزء مزدحم من أوروبا، حتى 100 أو 150 km، مع ثغرة في جهة المبنى؛ وبهوائي مضبوط في علبة، 100 إلى 200 طائرة حتى 250 km؛ وعلى سطح، 200 إلى 400 طائرة ومدى يلامس 400 km في الاتجاهات التي لا يعترضها شيء. وعدّاد الرسائل في لوحة التحكم مقياس أفضل من المدى: تفكّ محطة جيدة 500 إلى 1,500 رسالة في الثانية في ذروة النهار الأوروبي وبعث عشرات في ساعات الفجر الأولى. والمنحنى على مدار يوم هو الدرس 4 من الدورة مرئيًا: لا تطير الطائرات ليلاً لأن الناس لا يفعلون.

افتح الخريطة المباشرة <https://radar.dataero.eu/ar/map>

أنشئ حسابًا واطلب الملكية <https://radar.dataero.eu/ar/contribute>

الخطوة 5

الضبط، وفهم ما تراه

إعدادان يقرّران معظم أداء المحطة، وكلاهما يمكن تغييره في ثانية على الـ Π . الأول **الكسب**، أي كم يضخّم الدونجل قبل أن يرقم. يبدأ *readsb* بكسب تلقائي، وهو حلّ وسط معقول. فإن اختفت الطائرات فوق الرأس بينما بقيت البعيدة، فالمستقبل مُشبّع بالإشارات القوية القريبة والكسب مرتفع جدًّا؛ وإن لم تظهر الطائرات البعيدة أبدًا، فهو منخفض جدًّا. يعيّن الأمر أدناه كسبًا ثابتًا بـ dB؛

جُزِبَ قِيَمًا بين 30 و49 (49.6 هي الحد الأقصى للدونجل) وراقب عدد الطائرات والمدى ولحساب مسافة كل طائرة؛ وهو منفصل عن لكل قيمة. ومع دونجل له مضخمه الخاص، يكون 40 إلى 45 عادة الأفضل عند نافذة وأقل على سطح. وكتابة القيمة -10 تعيد إلى الوضع التلقائي.

```
sudo readsb-gain 43
```

والثاني **موقع الخريطة المحلية**، الذي يستخدمه readsb لرسم حلقات المدى ولحساب مسافة كل طائرة؛ وهو منفصل عن الموقع الذي أعطيته لمثبت Dataero (وهو الذي تستخدمه Dataero) ويُعَيَّن بالأمر الثاني. ثم افتح الخريطة المحلية وراقب الخط المحيط بأبعد الطائرات يكبر على مدار يوم: ذلك الخط هو أفق الراديو، وشكله هو شكل عوائقك.

```
sudo readsb-set-location 50.8467 4.3525
```

عمود الإشارة في *viewadsb* هو قانون التربيع العكسي من الفصل 6 بالأرقام. تسجل طائرة تمرّ فوق الرأس على بعد 10 km نحو 5 dBFS؛ والطائرة نفسها على بعد 300 km، أي أبعد بثلاثين مرة، تصل أضعف بتسعمئة مرة، نحو -30 dBFS، ولا يزال المفكك يقرؤها لأن الرسالة لا تحتاج إلا إلى أن تكون أقوى من الضوضاء. راقب إشارة طائرة ترتفع وتهبط وهي تعبر سماءك وتكون قد قست القانون من دون معادلة. أما عمود الرسائل المفقودة، حين يكون مرتفعًا، فيقول العكس: إشارتان قويتان من طائرتين تصلان في اللحظة نفسها تشوّش كل منهما الأخرى، وهذا هو الحد الذي يصفه الفصل 11 والسبب في أن مستقبلًا ثانيًا على بعد ثلاثين كيلومترًا يرى رسائل تفقدها أنت.

إن فعّلت **MLAT**، تظهر الطائرات المحدّد موقعها بالتحديد متعدّد المواقع على خريطة Dataero وتعود إلى خريطةك المحلية بعلامة مميزة. وهذه هي الطائرات التي لا ترسل موقعًا خاصًا بها: طائرات أعمال قديمة، وطائرات نقل عسكرية، وبعض المروحيات. ومساهمتك في كل منها ختم زماني بدقة بضغ نانوثوانٍ، يحلّ منه المركز القطوع الزائدة من الفصل 10 مع ثلاث محطات أخرى. وموقع هوائي خاطئ بـ 30 m فقط يزيح توقيتك بعشر ميكروثانية، وهذا يكفي لوضع طائرة محلولة على بعد كيلومتر من مكانها، ولهذا يصرّ المثبت.

عندما لا يعمل

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

كل مشكلة تقريبًا واحدة من تلك التي في الجدول أدناه، ولكل منها فحص من سطر واحد. تُشغّل الأوامر على الـ Pi، عبر اتصال الطرفية نفسه الذي استخدم في التثبيت.

العرض	السبب الأرجح	ما تفعله
ssh لا يجد adsb.local	الراوتر لا يحلّ الأسماء المحلية، أو الـ Pi ليس على الشبكة.	استخدم عنوان IP من قائمة أجهزة الراوتر. وإن لم يكن الـ Pi مدرجًا، فتحقّق من بيانات Wi-Fi التي كتبته في Imager، أو استخدم كابل Ethernet.
readsb لا يبدأ؛ «no device found»	الدونجل غير مرئي: كابل USB مرتخٍ، أو مزوّد طاقة ضعيف جدًّا، أو دونجل ليس RTL-SDR.	أعد تثبيت الدونجل والتمديد؛ شغّل lsusb وابحث عن «RTL2838» أو «Realtek»؛ وبذل مزوّد الطاقة بالرسومي.
readsb يعمل لكنه لا يُظهر أي طائرة	الهوائي غير موصول، أو في الكابل موصّل مفتوح، أو الهوائي في ظلّ راديو.	تحقّق من أن كل موصّل مشدود؛ وانقل الهوائي إلى نافذة بسماء مكشوفة؛ وقد يحتاج دونجل عادي من دون مرشّح في مدينة إلى واحد.

العرض	السبب الأرجح	ما تفعله
الطائرات القريبة تختفي، والبعيدة تبقى	إشباع: الكسب مرتفع جدًا، أو مرسل قوي قريب.	اخفض الكسب (35 readsb-gain)، وأضف مرشح 1090 MHz.
الطائرات على الخريطة المحلية لكن ليس على radar.dataero.eu	خدمات المغذي لا تعمل أو الـ Pi بلا إنترنت.	شغل أمر الحالة أدناه؛ والخدمة المعروضة بحالة «failed» تخبرك بالسبب في سجلها. شغل المثبت مرة أخرى: فهو يصلح الإعدادات ويحتفظ بمعرفك.
الـ Pi يعيد التشغيل أو الدونجل يختفي عشوائيًا	الطاقة. يسحب الدونجل ثلث أمبير؛ والمزود الضعيف يُسقط الجهد.	استخدم مزود الطاقة الرسمي؛ وأزل أجهزة USB الأخرى؛ وتحقق من أن ضوء الطاقة الأحمر يبقى ثابتًا.
«Receiver not found» عند طلب الملكية	لُصق UUID مختلف (من برنامج مغذي آخر، أو خطأ كتابي).	الصق القيمة التي يطبعها أمر grep في الخطوة 3؛ فهي معرف مستقبلي Dataero.

```
sudo systemctl status readsb dataero-readsb dataero-feeder
sudo journalctl -u dataero-feeder -n 50
```

إن لم يفد شيء من هذا، فافتح مسألة على صفحة المغذي في GitHub مع خرج هذين الأمرين: فالأشخاص الذين كتبوا المثبت يقرؤونها. وتدير Dataero أيضًا قناة مجتمعية مرتبطة من صفحة «كن مغذيًا»، حيث يجيب مغذون آخرون عن معظم الأسئلة في غضون ساعات.

بعد ذلك

إبقاؤه قيد التشغيل

لا يحتاج المستقبل إلى شيء تقريبًا. تبدأ الخدمات من تلقاء نفسها بعد انقطاع الكهرباء؛ وليس في الـ Pi أجزاء متحركة؛ ويدوم الدونجل سنوات. ومرة كل فصل من السنة، اتصل بالـ Pi وشغل سطر التحديث من الخطوة 2 مرة أخرى، ثم شغل المثبت مرة أخرى من المجلد الذي نُزل فيه (`cd dataero-adsb-feeder` ثم `sudo bash installer.sh`): فهو يجلب المغذي الحالي، ويحتفظ بمعرف مستقبلك واسمه وموقعه، ويطرح الأسئلة نفسها مع إجاباتك السابقة قيمًا افتراضية. وإن نقلت الهوائي، فشغل المثبت مرة أخرى وأعط الموقع الجديد؛ وإن انتقلت إلى منزل آخر، فافعل الشيء نفسه ولا يتغير شيء آخر. وإن أردت التوقف يومًا، ففي المجلد نفسه برنامج لإزالة التثبيت.

عادتان تحفظان صحة المحطة. انظر إلى لوحة التحكم مرة في الأسبوع: معدل رسائل ينخفض إلى النصف بين ليلة وضحاها يعني أن كابلًا ارتخى أو أن شجرة نمت. ودون، في اليوم الأول، ثلاثة أرقام من الخريطة المحلية: المدى الأقصى في كل اتجاه، وعدد الطائرات في ذروة المساء، ومعدل الرسائل. فهي خط أساسك، وكل تغيير تجربته بعد ذلك، هوائي أفضل أو سارية أعلى أو مرشح، يُقاس عليها. وذلك القياس هو العلم الذي كانت الدورة تقود إليه.

لفصل دراسي أو عائلة

تحويل المستقبل إلى مشروع

المستقبل أداة دائمة، وأفضل استخدام له سلسلة من القياسات يختبر كل منها فكرة واحدة من الدورة. فللعائلة، يملأ أحدها يوم أحد؛ وللغفلة الدراسي، كل منها درس، والبيانات التي تجمعها المحطة بين الدروس هي الواجب المنزلي. والرسم البياني الساعي في لوحة التحكم وخريطة التغطية وخط المدى المحيط في الخريطة المحلية هي الأدوات؛ والدروس تعطي التنبؤات؛ والقياسات تحسم.

1. **الارتفاع مقابل المدى** (الفصل 7). دوّن المدى الأقصى والهوائي على طاولة، وعند نافذة في الطابق الأول، وعند نافذة في الطابق الأعلى، وفي العلية. ارسم المدى مقابل الارتفاع وقارن بمعادلة الأفق الراديوي؛ والفرق هو العوائق.
 2. **قانون التربيع العكسي** (الفصل 6). تتبّع طائرة واحدة عبر السماء في viewadsb وسجّل الإشارة مقابل المسافة كل دقيقة؛ ارسم الإشارة بـ dB مقابل لوغاريتم المسافة؛ ينبغي أن يكون الميل قريبًا من -20 dB لكل عقد.
 3. **الإيقاع اليومي** (الدرس 4). اقرأ معدل الرسائل كل ساعة لمدة أسبوع من لوحة التحكم. فسّر الشكل: موجة الصباح، وذروة المساء، وحظر الطيران الليلي في أقرب مطار، والفرق بين يوم عمل ويوم أحد.
 4. **أين تنتهي السماء**. ارسم خط المدى المحيط من الخريطة المحلية بعد أسبوع وضعه فوق خريطة للمنطقة. كل انبعاج مبنى أو تلّ أو شجرة؛ سمّها.
 5. **الخريطة جيدة بقدر جودة مستمعها** (الفصل 11). قارن خريطة تغطية محطاتك بالخريطة العامة في مساء ما: الطائرات التي لا تسمعها يسمعها شخص آخر. ابحث عن أقرب محطة أخرى على لوحة الصدارة واحسب، بالمعادلة، أين تتداخل دائرتاكما.
- وفي المدرسة، يجيب المستقبل أيضًا عن السؤال الذي يطرحه كل فصل، «ما تلك الطائرة؟»، بشاشة في الممر تعرض الخريطة المحلية. وقائمة «أندر الطائرات» في لوحة التحكم مفاجأة شهرية: طائرة نقل حكومية، أو طائرة ركاب عتيقة، أو إسعاف جوي، وكل منها قصة عن سبب وجودها هناك. ومحطة مدرسية تغذي Dataero تظهر على الخريطة العامة باسم المدرسة مصدرًا لها، وهذا نوع من الشهرة أفضل من معظم أنواعها.

أهلاً بك

ما يحصل عليه المغذون، وما تحصل عليه الخريطة منك

يرى زائر radar.dataero.eu خريطة مباشرة، وعددًا محدودًا من الطائرات وبضعة حقول لكل طائرة، في جلسة مشاهدة من عشر دقائق في كل مرة. ويزيل الحساب المجاني حدّ الجلسة، ويظهر كل الحقول ويحتفظ بسبعة أيام من سجل الرحلات. أما المغذي، وهو ما أنت عليه الآن، فيحصل على الموقع كله: 365 يومًا من السجل لكل رحلة، ولوحة التحكم، وخريطة التغطية بالأبعاد الثنائية والثلاثية، ولوحة الصدارة، ومحطة منسوبة إليه على الخريطة. ولا شيء من ذلك يكلف شيئًا، الآن أو لاحقًا، ويستمر المستقبل في تغذية أي شبكة أخرى تختار إضافتها.

وما تحصل عليه الخريطة منك هو الشيء الذي لا يشتريه مال: مستمع حيث لم يكن أحد. يسمع كل مستقبل في الشبكة دائرة من السماء، ولا تُعطى قارة إلا حيث تتداخل تلك الدوائر. ومحطة جديدة في ثغرة، في قرية أو ساحل أو وادٍ أو بلد قليل المغذّين، تُظهر طائرات لم يكن أحد يسمعها وتجعل التحديد متعدّد المواقع ممكنًا للطائرات التي لا ترسل موقعًا. انظر إلى تغطية منطقتك على الخريطة الليلة، ثم انظر إليها بعد أسبوع من تشغيل محطاتك: الفرق لك.

كن مغذيًا <https://radar.dataero.eu/ar/contribute>

افتح الخريطة المباشرة <https://radar.dataero.eu/ar/map>

العودة إلى صفحة الدورة الرئيسية <https://radar.dataero.eu/ar/learning>