BUỔI THỰC HÀNH

Tự lắp máy thu ADS-B và đưa bầu trời của bạn lên bản đồ

Mọi điều trong khóa học này đều có thể kiểm chứng ngay từ cửa sổ nhà bạn. Buổi thực hành này cho bạn biết chính xác cần mua gì, lắp ráp ra sao, cài đặt phần mềm feeder Dataero trên Raspberry Pi như thế nào và làm sao để thấy những máy bay bạn thu được xuất hiện trên radar.dataero.eu, ghi nhận cho trạm của bạn. Bạn không cần kinh nghiệm về vô tuyến, điện tử hay Linux. Hãy dự trù khoảng 100 đến 150 euro, một buổi chiều và một cửa sổ nhìn ra bầu trời.

Học - https://radar.dataero.eu/vi/learning/workshop 2026-11-21

MỤC LỤC

TRƯỚC KHI BẮT ĐẦU Bạn sẽ lắp gì, và vì sao điều đó đáng công
MỘT HÌNH VẼ Các bộ phận ghép với nhau như thế nào
DANH SÁCH MUA SẮM Cần mua gì, từng bộ phận một
ĐẶT Ở ĐÂU Đặt ăng-ten: độ cao, bầu trời và cáp
BƯỚC 1 Lắp ráp phần cứng
BƯỚC 2 Chuẩn bị Raspberry Pi
BƯỚC 3 Cài đặt phần mềm feeder Dataero
BƯỚC 4 Bắt đầu hoạt động và nhận quyền sở hữu máy thu
BƯỚC 5 Tinh chỉnh, và hiểu những gì bạn thấy
KHI NÓ KHÔNG HOẠT ĐỘNG Khắc phục sự cố
VỀ SAU Duy trì hoạt động
CHO MỘT LỚP HỌC HOẶC MỘT GIA ĐÌNH Biến máy thu thành một dự án
CHÀO MỪNG Feeder nhận được gì, và bản đồ nhận được gì từ bạn

TRƯỚC KHI BẮT ĐẦU

Bạn sẽ lắp gì, và vì sao điều đó đáng công

Một máy thu gồm bốn thứ nối tiếp nhau: một ăng-ten bắt sóng 1090 MHz, một dongle USB biến sóng thành các con số, một máy tính nhỏ giải mã các con số thành bản tin, và một kết nối internet đưa các vị trí đã giải mã về Dataero. Ngay khi feeder hoạt động, mọi máy bay mà ăng-ten của bạn nghe được đều được vẽ trên bản đồ trực tiếp tại **radar.dataero.eu**, cho tất cả mọi người, với trạm của bạn được ghi là nguồn. Không thành phần nào trong chuỗi phát sóng: bạn chỉ nghe, và việc nghe là hợp pháp ở Bỉ, trên toàn Liên minh châu Âu và ở hầu hết các nơi trên thế giới (nếu bạn sống ở nơi khác, hãy kiểm tra quy định về thiết bị thu tại quốc gia của bạn).

Khóa học đã giải thích vì sao hệ thống hoạt động; máy thu cho phép bạn kiểm chứng điều đó. Bạn sẽ đo đường chân trời vô tuyến của chương 7 với những máy bay thật, thấy định luật nghịch đảo bình phương trong cột cường độ tín hiệu, quan sát tốc độ bản tin thay đổi theo giờ trong ngày, và so sánh một ăng-ten đặt ở cửa sổ với một ăng-ten trên mái nhà. Với một gia đình, đây là dự án khép lại câu chuyện; với một lớp học, đây là một thiết bị đo cố định trên mái trường tạo ra dữ liệu thật quanh năm.

Nó cũng biến bạn thành một **feeder** (người cấp dữ liệu). Bản đồ của Dataero được xây dựng hoàn toàn từ các máy thu do tình nguyện viên, sân bay và trường học vận hành, và bản đồ chỉ tốt bằng những người lắng nghe nó. Một feeder được nhận miễn phí những gì khách truy cập không có: bảng điều khiển về những gì trạm nghe được, bản đồ vùng phủ sóng của khoảng trời đó ở dạng hai và ba chiều, 365 ngày lịch sử chuyến bay, và một vị trí trên bảng xếp hạng so với mọi trạm khác trong mạng lưới. Không mất phí, không ký kết gì, và cùng một máy thu vẫn có thể tiếp tục cấp dữ liệu cho bất kỳ mạng lưới nào khác mà bạn đang dùng.

Thời gian, tiền bạc, kỹ năng
Tiền bạc: 150 đến 200 euro cho bản lắp cơ bản nếu mua mới, 300 đến 420 euro cho bản lắp nâng cao; ít hơn nếu bạn đã có sẵn Raspberry Pi. **Thời gian:** một buổi chiều khi linh kiện đã về - khoảng 30 phút lắp ráp, 10 phút chuẩn bị thẻ nhớ, 10 phút cài đặt feeder. **Kỹ năng:** vặn một đầu nối, chép ba dòng lệnh vào cửa sổ dòng lệnh. **Chi phí vận hành:** máy thu tiêu thụ 4 đến 5 W, khoảng 40 kWh mỗi năm, tức chừng 10 đến 15 euro tiền điện.

MỘT HÌNH VẼ

Các bộ phận ghép với nhau như thế nào



Tín hiệu đi từ trái sang phải. Ba khâu bên trái là vô tuyến, hai khâu tiếp theo là xử lý máy tính, ba khâu cuối là mạng. Mỗi khâu có một chương riêng trong khóa học tham khảo.

Ăng-ten là nơi diễn ra phần vật lý của các chương 5 đến 8: một đoạn kim loại dài một phần tư bước sóng, khoảng 65 mm, cộng hưởng với sóng 27,5 cm và biến vài phần tỷ watt thành một điện áp rất nhỏ. Cáp dẫn điện áp đó tới dongle và, nếu là cáp mảnh, làm mất khoảng một nửa sau mỗi mười mét, vì vậy ăng-ten nên đặt gần dongle hoặc cáp phải dày. Bộ lọc và bộ khuếch đại là tùy chọn: chúng tăng cường tín hiệu 1090 MHz trước khi tới dongle và loại bỏ các trạm phát điện thoại di động và radio FM vốn có thể làm dongle bị "điếc". Dongle là một bộ thu vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm, lấy mẫu sóng hai triệu lần mỗi giây và chuyển các con số cho Raspberry Pi, nơi bộ giải mã (readsb, hậu duệ của dump1090) tìm phần mở đầu (preamble) của chương 4, đọc 112 bit, kiểm tra mã sửa lỗi và loại bỏ mọi thứ không đạt. Sau đó phần mềm feeder Dataero chuyển tiếp các bản tin đã giải mã qua kết nối internet của bạn tới trung tâm tiếp nhận của Dataero, nơi trạm của bạn được gộp với mọi trạm khác để tạo nên bản đồ.

DANH SÁCH MUA SẮM

Cần mua gì, từng bộ phận một

Danh sách dưới đây là đầy đủ: chỉ với những bộ phận này, không cần gì thêm, bạn sẽ cấp được dữ liệu. Danh sách có hai bản lắp. Bản lắp cơ bản đặt một ăng-ten nhỏ trong nhà, ở cửa sổ hoặc trên gác mái, đủ để thấy hệ thống hoạt động và cấp dữ liệu ngay từ buổi tối đầu tiên; bản lắp nâng cao đặt một ăng-ten đã được điều chỉnh ngoài trời, với một bộ khuếch đại có lọc và cáp suy hao thấp, và đạt tới đường chân trời vô

tuyến. Giá chỉ mang tính tham khảo, hàng mới, đã gồm thuế VAT, và thay đổi tùy cửa hàng và tùy tháng. Các nút Mua mở từng bộ phận trên cửa hàng Amazon của quốc gia bạn chọn; các bộ phận này cũng được bán ở bất kỳ cửa hàng điện tử nào, còn máy tính thì được bán bởi các đại lý chính thức của Raspberry Pi (trang web Raspberry Pi liệt kê họ theo quốc gia). Dù mua ở đâu, hãy mua loại dongle bán cho ADS-B, vì cùng một dongle bán dưới dạng đầu thu truyền hình thường là phiên bản cũ hơn và nhiễu hơn.

Máy tính: một chiếc Raspberry Pi

Một chiếc **Raspberry Pi 4 Model B với 2 GB** bộ nhớ là lựa chọn phù hợp: nó giải mã 1090 MHz chỉ với một phần nhỏ sức mạnh của mình, có bốn cổng USB, Ethernet có dây và Wi-Fi, và được bán kèm vỏ và bộ nguồn trong một bộ kit. Raspberry Pi 5 cũng hoạt động tốt không kém và đắt hơn một chút; Raspberry Pi 3B+ dùng được nếu bạn đã có sẵn; Raspberry Pi Zero 2 W dùng được nhưng hạn chế về nguồn USB và tốt nhất nên tránh cho lần lắp đầu tiên. Hãy mua **bộ nguồn chính hãng** cho đúng mẫu máy của bạn (một cục sạc điện thoại yếu là nguyên nhân phổ biến nhất khiến máy thu khởi động lại bất chợt), một **thẻ microSD 16 hoặc 32 GB** của hãng có tên tuổi, và một **vỏ** có lỗ thông gió, vì cả dongle lẫn bộ xử lý đều nóng lên. Thêm bộ tản nhiệt nhỏ nếu bộ kit không có sẵn. Hãy dự trù 50 đến 70 euro cho máy tính, 10 đến 15 euro cho bộ nguồn, 10 euro cho thẻ nhớ và 10 euro cho vỏ.

Phần vô tuyến: một dongle RTL-SDR

Dongle là một bộ thu vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm, xây dựng quanh chip RTL2832U và bộ dò kênh R820T2 hoặc R860, cùng họ với loại mà chương 9 đã mô tả. Hãy mua loại **bán cho ADS-B**. Lựa chọn khởi đầu tốt nhất là một dongle có **bộ lọc và bộ khuếch đại 1090 MHz tích hợp** (FlightAware Pro Stick Plus là loại nổi tiếng nhất; FlightStick của AirNav cũng tương tự): bộ lọc và bộ khuếch đại tạp âm thấp mà lẽ ra bạn phải mua riêng đã nằm sẵn trong thanh dongle, và ở thành phố nó nghe xa gấp hai đến ba lần một dongle thường. Một dongle đa dụng (RTL-SDR Blog V4, Nooelec NESDR SMArTee) cũng dùng được và linh hoạt hơn nếu sau này bạn muốn nghe những thứ khác, nhưng hãy thêm bộ lọc ngoài mô tả bên dưới nếu bạn sống trong vòng vài kilômét quanh các cột phát sóng điện thoại di động. Dù mua loại nào, hãy kiểm tra đầu nối ăng-ten: **SMA** là tiêu chuẩn và mọi ăng-ten, mọi sợi cáp trong danh sách này đều dùng nó; hãy tránh các dongle có đầu nối MCX nhỏ, vốn cần bộ chuyển đổi và dễ gãy. Hãy dự trù 30 đến 45 euro.

Ăng-ten

Hãy bắt đầu với ăng-ten nam châm nhỏ đi kèm trong hộp dongle, nếu có: đặt trên một bề mặt kim loại ở cửa sổ, nó nghe được máy bay cách 80 đến 150 km và đủ để thấy hệ thống hoạt động ngay buổi tối đầu tiên. Tuy nhiên, một máy thu thực thụ cần một **ăng-ten 1090 MHz đã được điều chỉnh**, và đây là bộ phận không nên tiết kiệm: một ăng-ten collinear xếp chồng trong ống chống thời tiết, dài 60 đến 70 cm, độ lợi 4 đến 6 dBi, với đầu nối N hoặc SMA ở đáy (ăng-ten 1090 MHz của FlightAware và A3 của Jetvision là những lựa chọn thông dụng, 50 đến 70 euro). Nó được chế tạo để cộng hưởng đúng bước sóng của chương 8 và tập trung độ nhạy về phía đường chân trời, nơi có những máy bay ở xa; khi đặt ngoài trời trên một cột ngắn với tầm nhìn thoáng, nó đạt tới đường chân trời vô tuyến, 350 đến 450 km với máy bay ở độ cao bay bằng. Ăng-ten tự chế cắt từ dây điện là một thí nghiệm trên lớp, không phải một máy thu: sai lệch vài milimét là đủ làm nó lệch cộng hưởng và nó chỉ nghe được một phần nhỏ so với ăng-ten được điều chỉnh tại nhà máy.

Cáp và đầu nối

Nếu ăng-ten nằm ngay cạnh Pi, một **sợi cáp SMA đực - SMA đực dài 1 đến 3 m** loại mảnh, mềm (RG-174 cho một mét, RG-58 hoặc H155 cho ba mét) là đủ. Đường cáp càng dài thì cáp càng phải dày: ở 1090 MHz, một sợi cáp mảnh mất khoảng 3 dB, tức một nửa tín hiệu, sau mỗi mười mét, trong khi một sợi cáp dày suy hao thấp như LMR-400 hoặc H1000 chỉ mất khoảng 1,3 dB. Vì vậy, một ăng-ten trên mái cách Pi 15 m cần cáp LMR-400 hoặc một bộ khuếch đại có lọc đặt ở ăng-ten, hoặc cả hai. Hãy mua cáp cắt sẵn theo chiều dài với đầu nối đã bấm sẵn (N đực ở đầu ăng-ten nếu ăng-ten có cổng N, SMA đực ở đầu dongle), vì tự lắp một đầu nối N bằng tay cần kìm bấm và kinh nghiệm. Hãy dự trù 10 euro cho một sợi cáp ngắn, 30 đến 60 euro cho một sợi dài suy hao thấp. Thêm một **sợi cáp nối dài USB ngắn**, 30 đến 50 cm, để đưa dongle ra xa Pi: một dongle cắm thẳng vào bo mạch sẽ thu cả nhiễu vô tuyến của chính bộ xử lý và chắn mất cổng bên cạnh.

Bộ lọc và bộ khuếch đại (tùy chọn, nhưng là cách rẻ nhất để tăng tầm thu)

Nếu dongle của bạn không có bộ lọc tích hợp, một **bộ lọc thông dải 1090 MHz** (20 đến 25 euro, SMA vào và ra) đặt giữa cáp và dongle sẽ loại bỏ các tín hiệu điện thoại di động, FM, truyền hình và máy nhắn tin mà một dongle thường cũng thu vào và bị quá tải khi ở gần thành phố. Tốt hơn nữa là một **bộ khuếch đại tạp âm thấp có lọc** (khoảng 35 euro; RTL-SDR Blog 1090 LNA và bộ tiền khuếch đại Uputronics là những loại phổ biến), lắp ở đầu ăng-ten của một sợi cáp dài: nó khuếch đại tín hiệu trước khi cáp làm hao mất, và được dongle cấp nguồn qua chính sợi cáp (một *bias tee*, mà dongle phải hỗ trợ; Blog V4, Pro Stick Plus và SMArTee đều hỗ trợ). Một bộ khuếch đại đặt ở đầu Pi của một sợi cáp dài hầu như vô dụng, vì nó chỉ khuếch đại những gì còn lại sau khi cáp đã làm hao mất.

Dụng cụ và những thứ khác

Bạn cần một máy tính có khe đọc thẻ SD (hoặc một đầu đọc thẻ USB, 5 euro) để ghi thẻ nhớ, mật khẩu Wi-Fi của bộ định tuyến ở nhà hoặc một cổng Ethernet trống kèm cáp, và, cho ăng-ten, một bậu cửa sổ, một thanh xà trên gác mái hoặc một cột ngắn với hai giá đỡ gắn tường. Với ăng-ten ngoài trời, hãy thêm băng keo tự dính (tự hàn) để bịt kín đầu nối (3 euro), dây rút và vài mét cáp dư để tạo vòng nhỏ giọt. Một tua vít nhỏ và một cây kéo là những dụng cụ duy nhất.

Bản lắp cơ bản Ăng-ten nhỏ trong nhà, ở cửa sổ hoặc trên gác mái - 50 đến 150 km - 150 đến 200 EUR

Linh kiện	Công dụng	Mua trên Amazon
Bộ kit Raspberry Pi 4 Model B với 2 hoặc 4 GB, bộ nguồn chính hãng, vỏ có lỗ thông gió và thẻ microSD 32 hoặc 64 GB, tất cả trong bộ kit; một bộ kit Raspberry Pi 5 cũng dùng tốt như vậy	Giải mã các bản tin và chạy phần mềm feeder Dataero	https://radar.dataero.eu/go/pi
Dongle AirNav Radar FlightStick Bộ thu vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm qua USB, có bộ lọc và bộ khuếch đại 1090 MHz tích hợp, cổng SMA; FlightAware Pro Stick Plus, khi còn hàng, là loại tương đương	Biến sóng vô tuyến thành các con số; chính bộ lọc và bộ khuếch đại tích hợp mang lại tầm thu ở thành phố	https://radar.dataero.eu/go/sdr

Linh kiện	Công dụng	Mua trên Amazon
Cáp nối dài USB, 30 đến 50 cm USB 2.0, đầu A đực sang A cái	Đưa dongle ra xa nhiễu vô tuyến của chính bộ xử lý và giải phóng cổng bên cạnh	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
Ăng-ten 1090 MHz nhỏ có đế nam châm Điều chỉnh cho ADS-B, có cáp riêng và đầu cắm SMA đực	Bắt sóng ở cửa sổ; đặt trên bề mặt kim loại, nó nghe được máy bay cách 50 đến 150 km	https://radar.dataero.eu/go/antenna-indoor

Bản lắp nâng cao Ăng-ten ngoài trời trên cột ngắn, cho tầm thu xa - 250 đến 400 km - 300 đến 420 EUR

Linh kiện	Công dụng	Mua trên Amazon
Bộ kit Raspberry Pi 4 Model B với 2 hoặc 4 GB, bộ nguồn chính hãng, vỏ có lỗ thông gió và thẻ microSD 32 hoặc 64 GB, tất cả trong bộ kit; một bộ kit Raspberry Pi 5 cũng dùng tốt như vậy	Giải mã các bản tin và chạy phần mềm feeder Dataero	https://radar.dataero.eu/go/pi
Dongle AirNav Radar FlightStick Bộ thu vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm qua USB, có bộ lọc và bộ khuếch đại 1090 MHz tích hợp, cổng SMA; FlightAware Pro Stick Plus, khi còn hàng, là loại tương đương	Biến sóng vô tuyến thành các con số; chính bộ lọc và bộ khuếch đại tích hợp mang lại tầm thu ở thành phố	https://radar.dataero.eu/go/sdr
Cáp nối dài USB, 30 đến 50 cm USB 2.0, đầu A đực sang A cái	Đưa dongle ra xa nhiễu vô tuyến của chính bộ xử lý và giải phóng cổng bên cạnh	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
Ăng-ten ngoài trời 1090 MHz FlightAware Ăng-ten collinear trong ống chống thời tiết, 66 cm, cổng N cái; A3 của Jetvision là lựa chọn thay thế	Được chế tạo để cộng hưởng đúng 27,5 cm và hướng về đường chân trời: ngoài trời, với tầm nhìn thoáng, nó đạt tới đường chân trời vô tuyến	https://radar.dataero.eu/go/antenna-outdoor
Bộ khuếch đại 1090 MHz có lọc RTL-SDR Blog ADS-B LNA, Nooelec SAWbird+ ADS-B hoặc bộ tiền khuếch đại Uputronics, cấp nguồn qua cáp (bias tee)	Lắp ở ăng-ten, nó tăng cường tín hiệu trước khi cáp làm hao mất	https://radar.dataero.eu/go/lna
Đầu chuyển N đực sang SMA đực Giữa cổng N của ăng-ten và cổng SMA của bộ khuếch đại	Nối ăng-ten với bộ khuếch đại	https://radar.dataero.eu/go/adapter

Linh kiện	Công dụng	Mua trên Amazon
Cáp đồng trục suy hao thấp, 10 m LMR-400 hoặc H1000, SMA đực ở cả hai đầu, cắt sẵn theo chiều dài với đầu nối đã lắp	Dẫn tín hiệu từ mái nhà xuống dongle và chỉ hao khoảng 1,3 dB mỗi 10 m	https://radar.dataero.eu/go/coax
Cột ngắn kèm giá đỡ gắn tường Dài khoảng 1 m, đường kính 30 đến 40 mm, kèm hai giá đỡ	Nâng ăng-ten lên trên đường mái, tránh xa tường và ống khói	https://radar.dataero.eu/go/mount
Băng keo tự hàn Một cuộn	Bịt kín mọi đầu nối ngoài trời để chống mưa	https://radar.dataero.eu/go/tape

Là thành viên Chương trình Liên kết của Amazon (Amazon Associates), Dataero Europe nhận hoa hồng từ các giao dịch mua đủ điều kiện thực hiện qua những liên kết này, bạn không phải trả thêm chi phí nào. Giá, tình trạng còn hàng và giao hàng là theo thông tin Amazon hiển thị; bạn cũng có thể mua các linh kiện này ở bất kỳ cửa hàng điện tử nào.

Những thứ không nên mua
Một thanh thu truyền hình giá 10 euro với chip không rõ tên và đầu nối MCX (nó chạy được một tuần, rồi trôi tần số, quá nhiệt và bỏ sót các bản tin yếu); một ăng-ten discone "băng rộng" hoặc ăng-ten radio ô tô (không cộng hưởng ở 1090 MHz; chương 8 giải thích vì sao chiều dài quan trọng); một ăng-ten Wi-Fi hoặc 4G có đầu nối trông có vẻ đúng (sai tần số); một sợi cáp dài với đầu nối tự bấm; một cục sạc điện thoại làm bộ nguồn; một chiếc Raspberry Pi cũ không rõ nguồn gốc đã có sẵn thẻ nhớ bên trong.

ĐẶT Ở ĐÂU

Đặt ăng-ten: độ cao, bầu trời và cáp

Vị trí đặt quan trọng hơn giá tiền. Công thức đường chân trời vô tuyến của chương 7, d = 4,12 x (sqrt(h máy bay) + sqrt(h ăng-ten)) với độ cao tính bằng mét, cho thấy một ăng-ten ở độ cao 2 m trên bậu cửa sổ nhìn thấy một máy bay chở khách ở độ cao 11 000 m từ khoảng cách tới 438 km, còn cùng ăng-ten đó trên mái nhà cao 20 m chỉ xa hơn 13 km. Độ cao ít quan trọng hơn nhiều so với những gì **chắn đường**: một bức tường, một ngọn đồi, một mái tôn hay một tòa nhà bên cạnh chặn hoàn toàn tầm nhìn thẳng, và một cửa sổ quay lưng với đường hàng không chỉ nghe được một nửa bầu trời. Vì vậy câu hỏi đầu tiên không phải là "cao bao nhiêu" mà là "ăng-ten có thể nhìn thấy gì", và câu trả lời nên là: càng nhiều bầu trời càng tốt, xuống tận đường chân trời, theo càng nhiều hướng càng tốt.

Ở cửa sổ, hãy đặt ăng-ten ở phía ngoài kính nếu có thể (trên lan can ban công, giữ bằng nam châm trên một tấm thép), nếu không thì đặt trên bậu cửa phía trong, áp sát kính; kính hộp hiện đại có lớp phủ kim loại làm yếu tín hiệu đáng kể, và một cửa sổ mở được sẽ cho cáp luồn ra ngoài. Hãy chọn cửa sổ hướng về sân bay gần nhất hoặc đường hàng không đông đúc nhất; bản đồ trực tiếp sẽ cho bạn biết đó là hướng nào. **Trên gác mái**, mái ngói hoặc đá phiến gần như trong suốt với sóng 1090 MHz và ăng-ten nhìn được mọi hướng; mái kim loại hoặc lớp cách nhiệt có màng nhôm thì chắn sóng hoàn toàn. Hãy treo ăng-ten vào một thanh xà, cao nhất mà nóc mái cho phép, tránh xa bồn nước và dây điện. **Trên mái nhà**, một cột cao hơn nóc mái một mét, gắn trên hai giá đỡ tường, sẽ vượt qua ống khói và nhà hàng xóm; đây là vị trí đạt tới đường chân trời vô tuyến, và cũng là vị trí cần cáp dày hoặc một bộ khuếch đại đặt ở ăng-ten.

Cáp	Suy hao mỗi 10 m ở 1090 MHz	Tín hiệu còn lại sau 10 m	Sử dụng
RG-174 (2,8 mm)	khoảng 7 dB	20 %	trong nhà, dưới 1 m
RG-58 (5 mm)	khoảng 5 dB	30 %	trong nhà, 1 đến 3 m
H155 / LMR-200 (5,5 mm)	khoảng 3 dB	50 %	tới 5 m
LMR-400 / H1000 (10 mm)	khoảng 1,3 dB	75 %	đường cáp lên mái dài 10 đến 20 m
bộ khuếch đại ở ăng-ten + cáp bất kỳ	suy hao bù trước khi vào cáp	gần như toàn bộ	mọi đường cáp dài

An toàn
Không bao giờ đặt ăng-ten ở nơi nó có thể chạm vào hoặc rơi lên đường dây điện trên cao; giữ nó thấp hơn điểm cao nhất của mái nếu tòa nhà có cột thu lôi, còn nếu không thì hãy hiểu rằng một ăng-ten nhựa nhỏ trên cột 1 m không hút sét nhiều hơn ống khói, nhưng hãy rút dongle ra khi có giông bão. Việc trèo lên mái là việc của người lớn, làm vào ban ngày, có người giữ thang; gác mái hoặc cửa sổ cho 80 % kết quả mà không có rủi ro nào. Hãy bịt kín mọi đầu nối ngoài trời bằng băng keo tự hàn và để một vòng cáp thấp hơn điểm cáp đi vào nhà để nước mưa nhỏ giọt ra ngoài thay vì chảy vào trong. Máy thu chỉ nghe: không có gì ở đây phát xạ.

BƯỚC 1

Lắp ráp phần cứng

Lắp ráp chỉ là vặn các đầu nối với nhau; điều duy nhất cần làm đúng là vặn chặt từng đầu nối bằng tay cho tới khi không xoay được nữa, không dùng dụng cụ, và tránh bẻ gập cáp trong phạm vi một bàn tay tính từ đầu nối.

1. Gắn tản nhiệt lên Pi nếu bộ kit có, đặt Pi vào vỏ và tạm thời chưa đậy nắp.
2. Vặn cáp ăng-ten vào ăng-ten (N hoặc SMA, vặn tay cho chặt), và nếu bạn dùng bộ lọc hoặc bộ khuếch đại rời, hãy vặn nó vào đầu cáp phía dongle: ăng-ten, cáp, bộ lọc hoặc bộ khuếch đại, dongle, theo đúng thứ tự đó. Riêng bộ khuếch đại đặt ở ăng-ten thì nằm giữa ăng-ten và cáp.
3. Vặn cáp vào cổng SMA của dongle. Cắm dongle vào cáp nối dài USB và cắm cáp nối dài vào một trong các cổng USB 3 màu xanh của Pi (cổng nào cũng được; các cổng màu xanh nằm xa ăng-ten Wi-Fi nhất).
4. Đặt ăng-ten vào vị trí bạn đã chọn ở trên và đi cáp theo các đường cong mềm. Đặt dongle ở nơi thoáng khí; sờ vào thấy ấm là bình thường.
5. Cắm cáp Ethernet vào bộ định tuyến nếu bạn dùng. Chưa cắm nguồn vội: thẻ nhớ phải được chuẩn bị trước.

BƯỚC 2

Chuẩn bị Raspberry Pi

Pi cần một hệ điều hành trên thẻ nhớ và một cách để bạn gõ lệnh vào nó từ máy tính của mình. Cả hai mất mười phút và được làm bằng vài cú nhấp chuột trong một chương trình duy nhất, **Raspberry Pi Imager**, mà bạn tải miễn phí từ trang web Raspberry Pi cho Windows, macOS hoặc Linux.

1. Cắm thẻ microSD vào máy tính. Mở Raspberry Pi Imager. Ở mục "Raspberry Pi Device" chọn mẫu máy của bạn; ở mục "Operating System" chọn **Raspberry Pi OS (other)**, rồi **Raspberry Pi OS Lite (64-bit)**, phiên bản không có giao diện đồ họa, vì máy thu không bao giờ có màn hình; ở mục "Storage" chọn thẻ nhớ.
2. Nhấp Next và, khi Imager đề nghị áp dụng các thiết lập tùy chỉnh hệ điều hành, nhấp **Edit settings**. Ở thẻ General đặt hostname là **adsb** (để Pi trả lời theo tên adsb.local), đánh dấu "Set username and password" và chọn cả hai (hãy ghi lại), rồi nhập tên và mật khẩu Wi-Fi cùng quốc gia của bạn, trừ khi bạn dùng cáp Ethernet; đặt múi giờ của bạn. Ở thẻ Services đánh dấu **Enable SSH** với xác thực bằng mật khẩu. Lưu lại, xác nhận rằng thẻ sẽ bị xóa và để Imager ghi rồi kiểm tra thẻ.
3. Cắm thẻ vào Pi, cắm bộ nguồn và đợi hai phút: đèn xanh lá nhấp nháy trong khi khởi động, và lần khởi động đầu tiên chậm hơn.
4. Trên máy tính, mở một cửa sổ dòng lệnh: trên Windows là PowerShell (tìm trong menu Start); trên Mac là Terminal; trên Linux là bất kỳ terminal nào. Gõ lệnh bên dưới với tên người dùng bạn đã chọn, nhấn Enter, trả lời **yes** cho câu hỏi về dấu vân tay (fingerprint), rồi gõ mật khẩu (không có gì hiện ra khi bạn gõ) và nhấn Enter. Dấu nhắc lệnh đổi thành của Pi: giờ bạn đang gõ trên máy thu.

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

Nếu không tìm thấy *adsb.local*, bộ định tuyến của bạn không chuyển tiếp tên cục bộ: hãy mở trang web của nó, tìm danh sách thiết bị đang kết nối, ghi lại địa chỉ IP của Pi (dạng như 192.168.1.42) và dùng địa chỉ đó thay cho tên. Khi đã kết nối, hãy cập nhật hệ thống và cài đặt git, công cụ dùng để tải phần mềm feeder; chép dòng lệnh, dán vào, nhấn Enter và chờ. Lần đầu, việc cập nhật có thể mất mười phút.

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

BƯỚC 3

Cài đặt phần mềm feeder Dataero

Phần mềm feeder Dataero là một chương trình nhỏ, mã nguồn mở, được Dataero công bố trên GitHub (**github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder**). Trình cài đặt của nó làm mọi thứ một máy thu cần: cài bộ giải mã (readsb) nếu Pi chưa có, đăng ký máy thu của bạn với Dataero, tạo mã định danh máy thu (receiver ID) duy nhất, thiết lập các dịch vụ chuyển tiếp bản tin và duy trì kết nối, và cuối cùng kiểm tra xem Dataero có nghe thấy bạn không. Bạn có thể đọc từng dòng mã của nó trên GitHub trước khi chạy. Ba lệnh, gõ trên Pi, lần lượt từng lệnh:

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

Trình cài đặt sẽ hỏi vài câu. Dưới đây là ý nghĩa của từng câu và cách trả lời.

Trình cài đặt hỏi	Ý nghĩa	Cách trả lời
Do you want to automatically install readsb? (yes/no)	Không tìm thấy bộ giải mã nào trên Pi này; readsb là chương trình biến các mẫu tín hiệu của dongle thành bản tin.	Gõ yes, đầy đủ cả chữ. Bất kỳ câu trả lời nào khác sẽ dừng trình cài đặt. Việc tải về và biên dịch mất vài phút.
Station name (optional)	Tên hiển thị kèm máy thu của bạn trên bản đồ và bảng xếp hạng.	Một tên ngắn: tên thị trấn của bạn kèm một từ, hoặc tên trường. Có thể đổi sau bằng cách chạy lại trình cài đặt.
Enable MLAT for this receiver? (y/N)	Định vị đa điểm (chương 10): thông tin thời gian của máy thu giúp định vị những máy bay không gửi vị trí. Cần vị trí ăng-ten chính xác.	n cho lần cài đặt đầu tiên, hoặc y nếu bạn có thể cho biết vị trí ăng-ten với sai số vài mét.
Latitude, Longitude, Antenna altitude (metres)	Vị trí của ăng-ten. Bắt buộc khi bật MLAT, tùy chọn trong các trường hợp khác; dùng cho bản đồ vùng phủ sóng và thống kê tầm thu của bạn.	Độ thập phân với dấu chấm (50.8467, 4.3525), độ cao so với mực nước biển tính bằng mét: cao độ mặt đất tại địa chỉ của bạn cộng với chiều cao của ăng-ten so với mặt đất.

Để tìm vị trí, hãy mở bất kỳ bản đồ trực tuyến nào, nhấp chuột phải vào đúng chỗ đặt ăng-ten và sao chép tọa độ; hầu hết bản đồ hiển thị sáu chữ số thập phân, tức độ chính xác một phần mười mét. Cao độ mặt đất có trên bản đồ địa hình hoặc trong trường "elevation" (cao độ) của một ứng dụng GPS; cộng thêm chiều cao của ăng-ten so với mặt đất (cửa sổ tầng hai khoảng 6 m, nóc mái của một ngôi nhà hai tầng khoảng 9 m). Độ cao do điện thoại tự đo thường sai mười hoặc hai mươi mét, vì vậy hãy dùng bản đồ cho mặt đất và thước dây cho phần còn lại. Đừng bật MLAT với một vị trí phỏng đoán: một máy thu mà thông tin thời gian nói "tôi ở đây" trong khi thực ra ở chỗ khác sẽ làm sai lệch mọi lời giải mà nó tham gia.

Sau đó trình cài đặt làm việc trong vài phút và kết thúc bằng một biểu ngữ bắt đầu bằng **Installation complete**. Nó in ra **receiver ID** (mã định danh máy thu) của bạn, một dãy dài gồm chữ và số (một UUID), trung tâm Dataero mà trạm của bạn kết nối tới, và kết quả của lần liên lạc đầu tiên với Dataero: khi máy chủ đăng ký chấp nhận tín hiệu nhịp (heartbeat) của máy thu, trạm của bạn đã hoạt động. Receiver ID là chìa khóa của trạm: nó đi kèm mọi bản tin và là thứ bạn dán vào tài khoản để nhận quyền sở hữu trạm. Hãy giữ kín nó, vì tài khoản đầu tiên liên kết nó sẽ sở hữu máy thu. Nếu bạn làm mất, nó được lưu trên Pi:

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

Những gì trình cài đặt để lại đang chạy
Ba dịch vụ nhỏ tự khởi động mỗi lần bật máy: *readsb*, bộ giải mã, đồng thời cung cấp một bản đồ cục bộ; *dataero-readsb*, một phiên bản giải mã thứ hai chỉ dành cho mạng, chuyển tiếp một luồng bản tin rút gọn của bạn tới trung tâm của Dataero; và *dataero-feeder*, tín hiệu nhịp báo cho Dataero biết trạm của bạn vẫn hoạt động. Khi bật MLAT, có thêm dịch vụ thứ tư, *dataero-mlat*. Chạy lại trình cài đặt sau này sẽ giữ nguyên receiver ID, tên và vị trí của bạn, chỉ cập nhật những gì đã thay đổi.

BƯỚC 4

Bắt đầu hoạt động và nhận quyền sở hữu máy thu

Trong vòng một phút sau biểu ngữ, những máy bay đầu tiên sẽ xuất hiện. Hãy xem ở ba nơi. Ngay trên Pi, lệnh bên dưới in ra một bảng trực tiếp về mọi máy bay đang được giải mã, với địa chỉ, số hiệu chuyến bay (callsign), độ cao, tốc độ và cường độ tín hiệu tính bằng dBFS; nhấn **q** để thoát. Trình cài đặt readsb cũng đã thiết lập một bản đồ cục bộ trên Pi, **http://adsb.local/tar1090** (hoặc địa chỉ IP thay cho tên), hiển thị bầu trời theo góc nhìn của chính trạm bạn với các vòng khoảng cách. Và trên **radar.dataero.eu**, bản đồ công khai, những máy bay mà trạm bạn nghe được sẽ được vẽ cùng với của mọi người khác chỉ trong vài giây.

```
viewadsb
```

Máy thu của bạn đã bắt đầu cấp dữ liệu, ở chế độ ẩn danh. **Nhận quyền sở hữu** sẽ gắn nó vào tài khoản của bạn và mở khóa phần dành cho feeder trên trang: mở radar.dataero.eu, tạo tài khoản miễn phí hoặc đăng nhập, mở **Máy thu** trong menu tài khoản, chọn **Liên kết máy thu** và dán receiver ID mà trình cài đặt đã in ra. Hãy dùng receiver ID của Dataero, không phải UUID của một chương trình feeder khác nếu bạn có chạy. Từ lúc đó, trạm của bạn có tên trên bản đồ, một **bảng điều khiển** (số máy bay đã thấy, số bản tin mỗi giây, những giờ bận rộn nhất, những máy bay hiếm nhất), một **bản đồ vùng phủ sóng** vẽ từ cường độ tín hiệu của mọi bản tin ở dạng hai và ba chiều, **365 ngày lịch sử chuyến bay** thay vì không có ngày nào như khách truy cập, và một thứ hạng trên **bảng xếp hạng**. Mọi dữ liệu thu được trước khi bạn nhận quyền sở hữu đều đã có sẵn ở đó.

Điều có thể mong đợi vào buổi tối đầu tiên: ở cửa sổ với ăng-ten đi kèm hộp, 20 đến 60 máy bay cùng lúc ở một vùng đông đúc của châu Âu, xa tới 100 hoặc 150 km, với một khoảng trống ở phía bị tòa nhà che; với ăng-ten đã điều chỉnh trên gác mái, 100 đến 200 máy bay, xa tới 250 km; trên mái nhà, 200 đến 400 máy bay và tầm thu chạm 400 km ở những hướng không có gì cản trở. Bộ đếm bản tin trong bảng điều khiển là thước đo tốt hơn tầm thu: một trạm tốt giải mã 500 đến 1 500 bản tin mỗi giây vào giờ cao điểm ban ngày ở châu Âu và vài chục bản tin vào lúc nửa đêm về sáng. Đường cong trong một ngày chính là bài 4 của khóa học hiện ra trước mắt: máy bay không bay vào ban đêm vì con người không đi lại vào ban đêm.

Mở bản đồ trực tiếp `https://radar.dataero.eu/vi/map`

Tạo tài khoản và nhận quyền sở hữu `https://radar.dataero.eu/vi/contribute`

BƯỚC 5

Tinh chỉnh, và hiểu những gì bạn thấy

Hai thiết lập quyết định phần lớn hiệu năng của một trạm, và cả hai đều có thể thay đổi trong một giây trên Pi. Thứ nhất là **độ khuếch đại (gain)**, mức dongle khuếch đại tín hiệu trước khi số hóa. readsb khởi đầu với độ khuếch đại tự động, một sự dung hòa hợp lý. Nếu máy bay ngay trên đầu biến mất trong khi máy bay ở xa vẫn còn, máy thu đang bị quá tải bởi các tín hiệu mạnh ở gần và độ khuếch đại quá cao; nếu máy bay ở xa không bao giờ xuất hiện, độ khuếch đại quá thấp. Lệnh bên dưới đặt độ khuếch đại cố định tính bằng dB; hãy thử các giá trị từ 30 đến 49 (49,6 là mức tối đa của dongle) và theo dõi số máy bay cùng tầm thu tối đa trên bản đồ cục bộ trong mười phút cho mỗi giá trị. Với dongle có bộ khuếch đại riêng, 40 đến 45 thường là tốt nhất ở cửa sổ, và thấp hơn khi đặt trên mái. Gõ giá trị -10 để trở về chế độ tự động.

```
sudo readsb-gain 43
```

Thứ hai là **vị trí của bản đồ cục bộ**, mà readsb dùng để vẽ các vòng khoảng cách và tính khoảng cách tới từng máy bay; nó tách biệt với vị trí bạn đã khai cho trình cài đặt Dataero (vị trí mà Dataero sử dụng) và được đặt bằng lệnh thứ hai. Sau đó hãy mở bản đồ cục bộ và theo dõi đường viền của những máy bay xa nhất lớn dần trong một ngày: đường viền đó là đường chân trời vô tuyến của bạn, và hình dạng của nó là hình dạng của các vật cản quanh bạn.

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

Cột tín hiệu trong *viewadsb* chính là định luật nghịch đảo bình phương của chương 6 thể hiện bằng con số. Một máy bay bay ngang qua đầu ở khoảng cách 10 km cho mức khoảng -5 dBFS; cùng máy bay đó ở 300 km, xa gấp ba mươi lần, đến nơi yếu hơn chín trăm lần, khoảng -30 dBFS, và bộ giải mã vẫn đọc được vì bản tin chỉ cần mạnh hơn tạp âm. Hãy theo dõi tín hiệu của một máy bay tăng rồi giảm khi nó băng qua bầu trời của bạn, và bạn đã đo được định luật đó mà không cần công thức. Ngược lại, cột bản tin bị loại, khi có giá trị cao, cho biết điều ngược lại: tín hiệu mạnh từ hai máy bay đến cùng một lúc làm méo lẫn nhau, đó là giới hạn mà chương 11 mô tả và là lý do một máy thu thứ hai cách đó ba mươi kilômét lại thấy những bản tin mà bạn bỏ lỡ.

Nếu bạn đã bật **MLAT**, những máy bay được định vị bằng phương pháp định vị đa điểm sẽ xuất hiện trên bản đồ Dataero và quay trở lại bản đồ cục bộ của bạn với một biểu tượng riêng. Đó là những máy bay không tự gửi vị trí: các máy bay thương gia đời cũ, máy bay vận tải quân sự, một số trực thăng. Đóng góp của bạn cho mỗi chiếc là một dấu thời gian chính xác tới vài nano giây, từ đó trung tâm giải các đường hyperbol của chương 10 cùng với ba trạm khác. Một vị trí ăng-ten sai chỉ 30 m cũng làm lệch thời gian của bạn một phần mười micro giây, đủ để đặt một máy bay được giải vị trí lệch một kilômét, và đó là lý do trình cài đặt luôn nhấn mạnh điều này.

KHI NÓ KHÔNG HOẠT ĐỘNG

Khắc phục sự cố

Hầu như mọi sự cố đều là một trong những trường hợp trong bảng dưới đây, và mỗi trường hợp có một bước kiểm tra chỉ một dòng. Các lệnh chạy trên Pi, qua cùng kết nối dòng lệnh đã dùng khi cài đặt.

Triệu chứng	Nguyên nhân có khả năng nhất	Cách xử lý
ssh không tìm thấy adsb.local	Bộ định tuyến không phân giải tên cục bộ, hoặc Pi không có trong mạng.	Dùng địa chỉ IP trong danh sách thiết bị của bộ định tuyến. Nếu Pi không có trong danh sách, hãy kiểm tra thông tin Wi-Fi bạn đã gõ trong Imager, hoặc dùng cáp Ethernet.
readsb không khởi động; "no device found"	Dongle không được nhận: cáp USB lỏng, bộ nguồn quá yếu, hoặc dongle không phải loại RTL-SDR.	Cắm lại dongle và cáp nối dài; chạy lsusb và tìm "RTL2838" hoặc "Realtek"; thay bộ nguồn bằng loại chính hãng.
readsb chạy nhưng không hiện máy bay nào	Ăng-ten chưa được nối, cáp có đầu nối bị hở, hoặc ăng-ten nằm trong vùng khuất sóng.	Kiểm tra mọi đầu nối đều chặt; chuyển ăng-ten tới cửa sổ nhìn thẳng ra bầu trời; một dongle thường không có bộ lọc ở thành phố có thể cần thêm bộ lọc.
Máy bay ở gần biến mất, máy bay ở xa vẫn còn	Quá tải: độ khuếch đại quá cao, hoặc có một trạm phát mạnh ở gần.	Giảm độ khuếch đại (readsb-gain 35), thêm bộ lọc 1090 MHz.
Máy bay có trên bản đồ cục bộ nhưng không có trên radar.dataero.eu	Các dịch vụ feeder không chạy hoặc Pi không có internet.	Chạy lệnh kiểm tra trạng thái bên dưới; một dịch vụ hiển thị "failed" sẽ cho bạn biết lý do trong nhật ký của nó. Chạy lại trình cài đặt: nó sửa cấu hình và giữ nguyên ID của bạn.
Pi khởi động lại hoặc dongle biến mất bất chợt	Nguồn điện. Dongle tiêu thụ một phần ba ampe; bộ nguồn yếu sẽ làm sụt điện áp.	Dùng bộ nguồn chính hãng; tháo các thiết bị USB khác; kiểm tra đèn nguồn màu đỏ luôn sáng ổn định.
"Receiver not found" khi nhận quyền sở hữu	Đã dán một UUID khác (từ một chương trình feeder khác, hoặc gõ nhầm).	Dán giá trị do lệnh grep ở bước 3 in ra; đó là receiver ID của Dataero.

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

Nếu không cách nào ở trên giúp được, hãy mở một issue trên trang GitHub của phần mềm feeder, kèm kết quả của hai lệnh đó: những người viết trình cài đặt sẽ đọc chúng. Dataero cũng vận hành một kênh cộng đồng có đường dẫn từ trang Trở thành feeder, nơi các feeder khác trả lời hầu hết các câu hỏi trong vòng vài giờ.

VỀ SAU

Duy trì hoạt động

Một máy thu gần như không cần gì. Các dịch vụ tự khởi động lại sau khi mất điện; Pi không có bộ phận chuyển động; dongle dùng được nhiều năm. Mỗi mùa một lần, hãy kết nối vào Pi và chạy lại dòng lệnh cập nhật ở bước 2, rồi chạy lại trình cài đặt từ thư mục mà nó đã được tải về (*cd dataero-adsb-feeder* rồi *sudo bash installer.sh*): nó tải phiên bản feeder hiện hành, giữ nguyên receiver ID, tên và vị trí của bạn, và hỏi

lại các câu hỏi cũ với câu trả lời trước đây làm giá trị mặc định. Nếu bạn di chuyển ăng-ten, hãy chạy lại trình cài đặt và nhập vị trí mới; nếu bạn chuyển nhà, cũng làm như vậy và không có gì khác thay đổi. Nếu có lúc bạn muốn dừng, cùng thư mục đó có sẵn một trình gỡ cài đặt.

Hai thói quen giúp trạm luôn khỏe. Hãy xem bảng điều khiển mỗi tuần một lần: tốc độ bản tin giảm một nửa chỉ sau một đêm có nghĩa là một sợi cáp bị lỏng hoặc một cái cây đã mọc cao lên. Và ngay ngày đầu tiên, hãy ghi lại ba con số từ bản đồ cục bộ: tầm thu tối đa theo mỗi hướng, số máy bay vào giờ cao điểm buổi tối và tốc độ bản tin. Đó là mốc chuẩn của bạn, và mọi thay đổi bạn thực hiện sau đó, một ăng-ten tốt hơn, một cột cao hơn, một bộ lọc, đều được đo so với chúng. Phép đo đó chính là khoa học mà khóa học hướng tới.

CHO MỘT LỚP HỌC HOẶC MỘT GIA ĐÌNH

Biến máy thu thành một dự án

Máy thu là một thiết bị đo cố định, và cách dùng nó tốt nhất là một loạt phép đo, mỗi phép đo kiểm chứng một ý tưởng của khóa học. Với một gia đình, mỗi phép đo lấp đầy một ngày Chủ nhật; với một lớp học, mỗi phép đo là một bài học, và dữ liệu mà trạm thu thập giữa các bài học chính là bài tập về nhà. Biểu đồ theo giờ của bảng điều khiển, bản đồ vùng phủ sóng và đường viền tầm thu của bản đồ cục bộ là các dụng cụ đo; các bài học đưa ra dự đoán; phép đo sẽ phân xử.

1. **Độ cao và tầm thu** (chương 7). Ghi lại tầm thu tối đa khi ăng-ten đặt trên bàn, ở cửa sổ tầng một, ở cửa sổ tầng trên cùng, trên gác mái. Vẽ đồ thị tầm thu theo độ cao và so sánh với công thức đường chân trời vô tuyến; phần chênh lệch là do các vật cản.
2. **Định luật nghịch đảo bình phương** (chương 6). Theo dõi một máy bay băng qua bầu trời trong viewadsb và ghi lại tín hiệu theo khoảng cách mỗi phút; vẽ đồ thị tín hiệu tính bằng dB theo logarit của khoảng cách; độ dốc phải gần bằng -20 dB mỗi thập phân (decade).
3. **Nhịp điệu hằng ngày** (bài 4). Đọc tốc độ bản tin mỗi giờ trong một tuần từ bảng điều khiển. Giải thích hình dạng của đường cong: làn sóng buổi sáng, đỉnh buổi tối, lệnh cấm bay ban đêm ở sân bay gần nhất, sự khác biệt giữa ngày thường và Chủ nhật.
4. **Nơi bầu trời kết thúc**. Sau một tuần, đồ lại đường viền tầm thu trên bản đồ cục bộ và đặt nó chồng lên bản đồ khu vực. Mỗi chỗ lõm là một tòa nhà, một ngọn đồi hay một cái cây; hãy gọi tên chúng.
5. **Bản đồ chỉ tốt bằng những người lắng nghe nó** (chương 11). Vào một buổi tối, so sánh bản đồ vùng phủ sóng của trạm bạn với bản đồ công khai: những máy bay bạn không nghe được thì có người khác nghe được. Tìm trạm gần nhất trên bảng xếp hạng và dùng công thức để tính xem các vòng tròn của hai trạm chồng lên nhau ở đâu.

Ở trường học, máy thu còn trả lời câu hỏi mà lớp nào cũng hỏi, "đó là máy bay gì vậy?", bằng một màn hình ở hành lang hiển thị bản đồ cục bộ. Danh sách "máy bay hiếm nhất" của bảng điều khiển là một bất ngờ hằng tháng: một máy bay vận tải của chính phủ, một máy bay chở khách cổ điển, một máy bay cấp cứu, mỗi chiếc là một câu chuyện về lý do nó có mặt ở đó. Và một trạm của trường cấp dữ liệu cho Dataero sẽ xuất hiện trên bản đồ công khai với tên trường là nguồn, một kiểu nổi tiếng tốt hơn hầu hết các kiểu khác.

CHÀO MỪNG

Feeder nhận được gì, và bản đồ nhận được gì từ bạn

Khách truy cập radar.dataero.eu thấy một bản đồ trực tiếp, một số lượng máy bay có giới hạn và vài trường thông tin cho mỗi máy bay, trong một phiên xem mỗi lần mười phút. Một tài khoản miễn phí bỏ giới hạn phiên, hiển thị mọi trường thông tin và lưu bảy ngày lịch sử chuyến bay. Một feeder, như bạn bây giờ, có toàn bộ trang: 365 ngày lịch sử cho mọi chuyến bay, bảng điều khiển, bản đồ vùng phủ sóng ở dạng hai và ba chiều, bảng xếp hạng, và một trạm được ghi tên trên bản đồ. Tất cả đều không tốn gì, bây giờ hay sau này, và máy thu vẫn tiếp tục cấp dữ liệu cho bất kỳ mạng lưới nào khác mà bạn chọn thêm vào.

Điều bản đồ nhận được từ bạn là thứ không tiền nào mua được: một người lắng nghe ở nơi trước đây không có ai. Mỗi máy thu trong mạng lưới nghe một vòng tròn bầu trời, và một châu lục chỉ được phủ kín ở nơi những vòng tròn đó chồng lên nhau. Một trạm mới ở một khoảng trống, một ngôi làng, một bờ biển, một thung lũng, một quốc gia có ít feeder, sẽ làm xuất hiện những máy bay mà chưa ai nghe được và giúp định vị đa điểm khả thi cho những chiếc không gửi vị trí. Tối nay hãy xem vùng phủ sóng của khu vực bạn trên bản đồ, rồi xem lại một tuần sau khi trạm của bạn hoạt động: phần khác biệt chính là của bạn.

Trở thành feeder `https://radar.dataero.eu/vi/contribute`

Mở bản đồ trực tiếp `https://radar.dataero.eu/vi/map`

Về trang chủ khóa học `https://radar.dataero.eu/vi/learning`