HC-SR04 + ESP32 — البداية السريعة

صفحة واحدة تنقلك من علبة قطع إلى قراءة مسافة مباشرة. الشرح الكامل في التدوينة؛ وهذه نسخة طاولة العمل.

ما تحتاجه

القطعة	القيمة	الكمية
ESP32 DevKit	ESP32-WROOM-32	1
مستشعر فوق صوتي	HC-SR04	1
مقاومة	1 كيلوأوم	1
مقاومة	2.2 كيلوأوم	1
لوحة تجارب	400 أو 830 نقطة توصيل	1
أسلاك توصيل	M-M / M-F	نحو 6

البرمجيات: Arduino IDE مع حزمة لوحات ESP32. ويحتاج سكتش الراسم أيضاً مكتبة **ArduinoJson** (من Library Manager ابحث عن "ArduinoJson").

وصّلها — 3 خطوات

افصل USB طوال هذه الخطوات.

1. التغذية والأرضي. من GND في HC-SR04 إلى GND في ESP32 (أسود). ثم من VCC في HC-SR04 إلى **5V / VIN** في ESP32 (أحمر). لا 3.3 فولت — فعلى 3.3 فولت يتقلص المدى ويكثر ضجيج القراءات.

2. الإطلاق. من Trig في HC-SR04 إلى GPIO 5 في ESP32 (أزرق). خرج ESP32 ذو الـ 3.3 فولت يكفي لإطلاق الوحدة.

3. Echo، عبر المقسّم. هذه هي الخطوة التي لا يمكنك تخطّيها. ينبض Echo إلى 5 فولت، وESP32 قطعة 3.3 فولت.

```
Echo ──[ R1 = 1 kOhm ]──┬──[ R2 = 2.2 kOhm ]── GND
                        │
                        └── ESP32 GPIO 18
```

تستقر العقدة عند 5 فولت × 2.2 / 3.2 = **3.44 فولت** — فوق خط 3.3 فولت، ودون الحد الأقصى المطلق لـ ESP32 البالغ 3.6 فولت. وإن أردتها تحت الخط، فاستخدم 2.2 كيلوأوم لـ R1 و3.3 كيلوأوم لـ R2 لتصل إلى 3.0 فولت.

HC-SR04	ESP32	السلك
VCC	5V / VIN	أحمر
Trig	GPIO 5	أزرق
Echo	من عقدة المقسّم إلى GPIO 18	أصفر
GND	GND	أسود

تجنّب GPIO 6 حتى 11: فـ ESP32 يستخدمها لشريحة الفلاش. تأكد أن VCC وGND غير متبادلين، ثم وصّل USB.

الرفع

اختبار Serial أولاً — فهو يثبت صحة التوصيل قبل أن يخفي أي شيء آخر خطأً.

1. افتح `firmware/hc-sr04_test/hc-sr04_test.ino` في Arduino IDE.
2. من Tools ثم Board اختر **ESP32 Dev Module**، ثم اختر منفذ COM لديك.
3. ارفع، ثم افتح Serial Monitor بسرعة **115200 باود**.

الخرج المتوقع، مع تحريك يدك نحو المستشعر:

```
HC-SR04 test ready. Distance in cm:
34.2 cm
28.9 cm
19.9 cm
11.3 cm
-- out of range / no echo --
```

ثم لوحة التحكم المباشرة.

1. افتح `firmware/hc-sr04_plotter/hc-sr04_plotter.ino` وارفعه. ملف واحد ورفعة واحدة — فصفحة الويب مترجَمة داخل السكتش في `PROGMEM`، فلا خطوة نظام ملفات ولا رفعة ثانية.
2. على هاتفك، انضم إلى شبكة WiFi باسم `OmArTronics-HC-SR04`، وكلمة المرور `ultrasonic`، ثم افتح `http://10.10.10.1`.

تحصل على رقم مباشر، ومخطط متدحرج لآخر 100 قراءة، وبطاقات الحد الأدنى والأقصى والمتوسط، وأزرار للقطة PNG وتصدير CSV وتصفير الإحصاءات.

حل المشكلات

العَرَض	السبب	الحل
كل قراءة `-- out of range / no echo --`	Trig أو Echo على دبوس خاطئ، أو Echo لا يصل إلى GPIO 18 عبر المقسّم	راجع GPIO 5 وGPIO 18؛ وقِس الاستمرارية من عقدة R1/R2 إلى GPIO 18
القراءات 0 أو خردة عشوائية	VCC على 3.3 فولت بدل 5 فولت، أو VCC وGND متبادلان	انقل VCC إلى دبوس 5V/VIN؛ وتأكد أن GND مشترك
الأرقام تقفز عدة سنتيمترات على هدف ساكن	ضجيج عادي في العينة المفردة، مع هدف طري أو مائل	رشّح 3 إلى 5 قراءات بالوسيط؛ وصوّب نحو سطح مستوٍ صلب مساحته 0.5 م² على الأقل
القراءات تبدو سليمة لكنها تتوقف دون نحو 2 سم	المنطقة الميتة عند 2 سم مع مرشّح `DIST_MIN_CM` في السكتش	متوقع — فالمحوّل ما زال يرنّ من دفعته هو على هذا القرب
الهاتف ينضم إلى نقطة الوصول لكن `10.10.10.1` لا يُحمّل	الهاتف رجع إلى بيانات الجوّال، أو كتبت `https`	أطفئ بيانات الجوّال أثناء الاختبار؛ فلوحة التحكم على `http://` عادي
خطأ ترجمة: `ArduinoJson.h: No such file`	المكتبة ناقصة	ثبّت **ArduinoJson** من Library Manager
الرفع يفشل / المنفذ مشغول	Serial Monitor يحتجز منفذ COM	أغلق Serial Monitor، وافصل الكابل وأعد وصله، ثم ارفع مجدداً

الملفات

`electronics/` · `electronics/wiring.md` · `firmware/hc-sr04_plotter/` · `firmware/hc-sr04_test/`
`schematic.svg` · `cad/` (ملف OmBlock STL) · `animation/hc-sr04_animation.html`

البرنامج الثابت مرخّص بترخيص **MIT**. أما ملفات التصميم والتوثيق فللاستعمال الشخصي.