



# ASFAN

## التوأم الرقمي FR5 واستوديو PLC

دليل المستخدم: روبوت تعاوني افتراضي Fairino FR5 V6 مع وحدة PLC برمجية، للتدريب والبرمجة وتصميم خلايا الإنتاج، بدون الحاجة لأي روبوت أو PLC أو عتاد حقيقي.

الإصدار 0.3.0 · العربية

|               |                                                                                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| المنتج        | FR5 Digital Twin + FR5 PLC Studio (تطبيق سطح مكتب لنظام ويندوز)                  |
| نموذج الروبوت | Fairino FR5 V6 بستة محاور (وصف URDF / SRDF الأصلي)                               |
| ترميزات PLC   | سيمنز · شنايدر إلكترونيك · ميتسوبيشي إلكترونيك · روكويل (Allen-Bradley) · أومرون |
| تاريخ الإصدار | أكتوبر 2026                                                                      |

# المحتويات

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 1  | مقدمة                          |
| 2  | البدء                          |
| 3  | النافذة الرئيسية               |
| 4  | القائمة الجانبية: جميع الصفحات |
| 5  | العرض ثلاثي الأبعاد            |
| 6  | تحريك الروبوت يدوياً           |
| 7  | تعليم النقاط والتعليم بالسحب   |
| 8  | برمجة الروبوت                  |
| 9  | خلايا العمل (البيئة)           |
| 10 | إعدادات السلامة                |
| 11 | المداخل والمخارج وارتباط PLC   |
| 12 | استوديو PLC                    |
| 13 | تمرين عملي: خلية روبوت + PLC   |
| 14 | خيارات العرض: حجم الخط واللغة  |
| 15 | اختصارات لوحة المفاتيح         |
| 16 | الحفظ والملفات وحل المشكلات    |
| 17 | الدعم والتواصل                 |

# 1 مقدمة

**التوأم الرقمي FR5** نسخة افتراضية كاملة من الروبوت التعاوني **Fairino FR5 V6** ذي المحاور الستة، ويعمل بالكامل على حاسوبك. يمكنك تحريك الروبوت وتعليم النقاط وكتابة البرامج وتشغيلها، وبناء خلايا إنتاج، واختبار إعدادات السلامة، بدون أي عتاد حقيقي.

**استوديو PLC** هو التطبيق المرافق: وحدة PLC برمجية مع محرر لمنطق السلم (Ladder) بترميز خمس علامات تجارية رئيسية. مداخله ومخارج موصولة مباشرة بالتوأم الرقمي، فتستطيع تصميم واختبار خلية أتمتة كاملة (روبوت + PLC) على حاسوب واحد.

## حدود البرنامج

التوأم لا يتصل بوحدة تحكم حقيقية (محاكاة فقط) ولا يفحص التصادم الذاتي. استوديو PLC ليس برنامج المُصنَّع، وأسماء العلامات التجارية تحدد الترميز المحاكى فقط.

## ماذا يمكنك أن تفعل؟

تعلم برمجة الروبوتات · تجهيز البرامج قبل الذهاب للموقع ·  
تدريب المشغلين والطلاب · عرض الخلايا على العملاء ·  
اختبار تبادل الإشارات بين PLC والروبوت.

## الميزات الرئيسية

- حركات دقيقة من وصف URDF/SRDF الأصلي للروبوت، مع حدود المفاصل والوضعيات المسماة.
- تحريك المفاصل، والتحكم الديكارتي (TCP)، والحركات العكسية (IK)، والتعليم بالسحب داخل العرض ثلاثي الأبعاد.
- البرمجة بطريقتين: **رسومي** (قائمة أوامر) و**برمجة نصية** (Lua 5.4 بأوامر على نمط Fairino).
- خلايا عمل جاهزة: خط إنتاج، وتغذية آلة CNC، وتحميل على المنصات، ولحام MIG.
- السلامة: صندوق مساحة العمل، والحدود البرمجية للمفاصل، وحدود السرعة، والخلوص عن الأرضية، مع إيقاف أمان.
- مداخل ومخارج صندوق تحكم افتراضي (DI/DO و CI/CO ومداخل/مخارج الأداة) وارتباط مباشر مع استوديو PLC.
- واجهة أصفان: ثيم فاتح، وتكبير وتصغير الخط، وواجهة كاملة بالعربية والإنجليزية.

## 2 البدء

### تشغيل التطبيقين

- افتح **FR5 Digital Twin** من اختصار سطح المكتب أو قائمة ابدأ.
- افتح **استوديو PLC** من اختصاره، أو من قائمة **File > FR5 PLC Studio** ( **Ctrl+2** )، أو من زر فتح استوديو **PLC** في صفحة I/O. للعودة للروبوت استخدم **File > FR5 Digital Twin** ( **Ctrl+1** ).
- تحتفظ النافذتان بحجمهما وموضعهما.

### النسخة التجريبية والترخيص

- يعمل البرنامج بكل ميزاته لمدة **10 أيام** بدون ترخيص. عند كل تشغيل تُظهر نافذة الترخيص عدد الأيام المتبقية، اضغط متابعة **النسخة التجريبية** لفتح البرنامج.
- للحصول على ترخيص اضغط **اطلب ترخيصاً عبر واتساب** في نافذة الترخيص، فتُجهز رسالة لأصناف فيها **معرف جهازك**.
- بعد الدفع تستلم مفتاح ترخيص ( **FR5DT1-...** ) أو ملف .lic. ألصق المفتاح أو استخدم **تحميل ملف الترخيص**، ثم اضغط **تفعيل وفتح البرنامج**.
- الترخيص شهري أو سنوي أو حتى تاريخ محدد، ويذكرك البرنامج قبل انتهائه بـ 7 أيام. للتجديد ألصق المفتاح الجديد.
- يمكنك عرض الترخيص أو إدخال مفتاح جديد في أي وقت من **Help > الترخيص**.

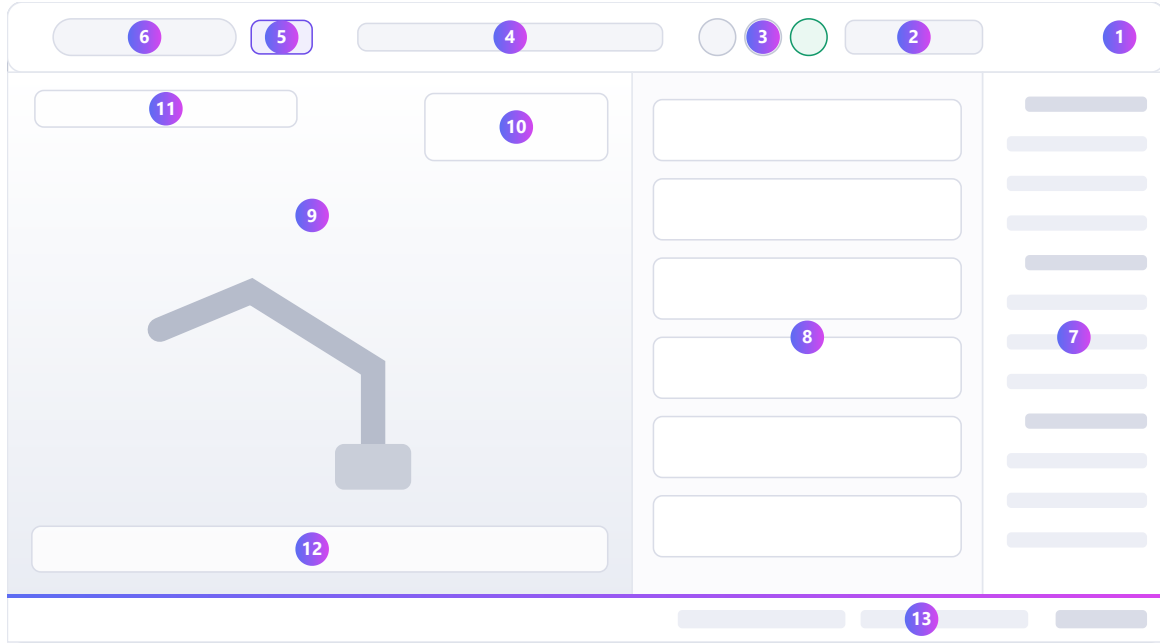
لا تغيّر تاريخ الجهاز: إذا أُرُجِع التاريخ للوراء يتوقف البرنامج حتى يُصحّح التاريخ.

### قائمة التطبيق

| القائمة       | العناصر                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| File (ملف)    | FR5 PLC Studio ( <b>Ctrl+1</b> ) · FR5 Digital Twin ( <b>Ctrl+2</b> ) · فتح مجلد العمل المحفوظ (Open the saved work folder) · خروج (Exit) |
| View (عرض)    | إعادة تحميل (Reload) · إعادة تحميل كاملة (Force reload) · التكبير والتصغير · ملء الشاشة                                                   |
| Help (مساعدة) | الترخيص · البحث عن تحديثات · About FR5 Digital Twin (الإصدار، والترخيص، ومعرف الجهاز، والحقوق)                                            |

**تلميح:** شريط القوائم مخفي تلقائياً. اضغط **Alt** لإظهاره.

### 3 النافذة الرئيسية



الشكل 1: النافذة الرئيسية للتوأم الرقمي FR5 (الواجهة العربية)

| #  | العنصر                            | الاستخدام                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | زر القائمة                        | يُظهر أو يُخفي القائمة الجانبية (7).                                                                                                      |
| 2  | اسم البرنامج                      | البرنامج النشط (مثل <code>main.lua</code> ). انقر لفتح البرنامج.                                                                          |
| 3  | تشغيل · إيقاف · إيقاف مؤقت        | يشغل البرنامج النشط، أو يوقف البرنامج والحركة، أو يوقفه مؤقتاً ويستأنفه.                                                                  |
| 4  | الحالة · السرعة · الوضع · الإنذار | حالة البرنامج (متوقف / قيد التشغيل / متوقف مؤقتاً)، ونسبة تجاوز السرعة % (انقر للتغيير)، والوضع (يدوي / تلقائي / سحب)، والإنذارات النشطة. |
| 5  | SIM / مباشر                       | مصدر البيانات. SIM هي المحاكاة المدمجة، وخيار "مباشر" غير متاح لعدم وجود وحدة تحكم متصلة.                                                 |
| 6  | A+ · A- · اللغة                   | حجم الخط، والتبديل بين العربية والإنجليزية.                                                                                               |
| 7  | القائمة الجانبية                  | جميع الصفحات في أربع مجموعات: أولي، البرنامج، يدوي، الحالة (الفصل 4).                                                                     |
| 8  | اللوحة الجانبية                   | محتوى الصفحة المختارة. تُخفي أو تُظهر بـ <code>Ctrl+B</code> .                                                                            |
| 9  | العرض ثلاثي الأبعاد               | الروبوت وخلية العمل (الفصل 5).                                                                                                            |
| 10 | قراءة TCP                         | موضع الأداة المباشر (mm) X, Y, Z والاتجاه R, P, Y (°) في إطار العالم.                                                                     |
| 11 | أدوات العرض                       | التعليم بالسحب، وملاءمة الروبوت للعرض، والإطارات والمحاور، وطبقة التصادم، وشبكة الأرضية، وإظهار اللوحة.                                   |
| 12 | قراءات المفاصل                    | زاوية كل مفصل من J1 إلى J6، والخلوص عن الأرضية لأدنى نقطة في الذراع.                                                                      |



## 4 القائمة الجانبية: جميع الصفحات

| المجموعة | الصفحة           | المحتوى                                                                                                        |
|----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| أولي     | نظرة عامة        | ملخص نموذج الروبوت، ووضع TCP، ومواضع المفاصل (تُظهر الأشرطة الموضع ضمن حدود URDF)، وملاحظات النموذج.           |
|          | البيئة           | اختيار خلية العمل (الفصل 9)، وسرعة الناقل، وتغذية القطع، وإشارات الخلية.                                       |
|          | السلامة          | صندوق مساحة العمل، والحدود البرمجية للمفاصل، وحدود السرعة، والخلوص عن الأرضية (الفصل 10).                      |
|          | مجموعات الروبوت  | مجموعة التخطيط، والسلسلة الحركية، وجدول المفاصل (الأصل والمحور والحدود)، ومعلومات SRDF.                        |
|          | الوضعيات المسماة | وضعيات مرجعية: البداية، صفر، عمودي، الأداة للأسفل، اقتراب الالتقاط، الوصول الجانبي، مطوي. انقر للانتقال إليها. |
|          | الإعدادات        | وحدة عرض الزوايا (درجات / راديان)، والاستيفاء في الحركة، ومعلومات مُحلّل IK، وتفاصيل التطبيق.                  |
| البرنامج | برمجة نصية       | محرر Lua مع فحص الصياغة والأمثلة ومرجع أوامر Lua.                                                              |
|          | رسمي             | بناء البرامج من قائمة أوامر بدون كتابة كود.                                                                    |
|          | النقاط           | تعليم النقاط المسماة ومعايبتها وإعادة تعليمها وحذفها.                                                          |
| يدوي     | تحريك المفاصل    | منزلق وقيمة لكل مفصل من J1 إلى J6.                                                                             |
|          | TCP / ديكارتي    | تحريك الأداة في X, Y, Z والدوران باستخدام الحركات العكسية.                                                     |
| الحالة   | I/O              | مداخل ومخارج صندوق التحكم والأداة، ووظائف CI/CO، وارتباط PLC (الفصل 11).                                       |
|          | التشخيص          | ملفات الحزمة، والشبكات، والتحقق المتقاطع FK، وآخر نتيجة IK، وحالة محرّك العرض.                                 |

## 5 العرض ثلاثي الأبعاد

| الإجراء                       | الفأرة / المفتاح   |
|-------------------------------|--------------------|
| الدوران حول المشهد            | السحب بالزر الأيسر |
| التحريك الجانبي               | السحب بالزر الأيمن |
| التكبير والتصغير              | عجلة الفأرة        |
| إخفاء / إظهار اللوحة الجانبية | Ctrl+B             |

### أدوات العرض

- التعليم بالسحب (أيقونة اليد): حرك الذراع بالفأرة وسجل النقاط (الفصل 7).
- ملاءمة الروبوت للعرض: يعيد الروبوت إلى وسط الشاشة بعد التكبير أو التحريك.
- الإطارات / المحاور: إظهار إطارات الإحداثيات (X أحمر، Y أخضر، Z أزرق). الأبعاد بالمتر والمحور Z للأعلى.
- طبقة التصادم: إظهار شبكات التصادم المستخدمة في فحص الخلوص عن الأرضية.
- شبكة الأرضية: إظهار شبكة القياس أو إخفاؤها.

### المعلومات على الشاشة

- قراءة TCP (في الزاوية العلوية): موضع الأداة واتجاهها مباشرة.
- قراءات المفاصل (في الأسفل): زوايا J1 إلى J6.
- الخلوص عن الأرضية: أدنى نقطة في الذراع المتحركة فوق حد أمان الأرضية، واسم الرابط الذي تقع عليه.
- يظهر شريط أحمر إيقاف أمان عند رفض أي حركة (الفصل 10).

إذا لم يعمل العرض ثلاثي الأبعاد: الحاسوب يحتاج WebGL. حدّث تعريف كرت الشاشة أو فعّل تسريع العتاد، ثم اختر > View Reload.

## 6 تحريك الروبوت يدوياً

### تحريك المفاصل (يدوي > تحريك المفاصل)

- لكل مفصل من J1 إلى J6 منزلق محدود بمدى URDF.
- المنزلقات تحرك الروبوت فوراً. القيمة المكتوبة (تأكيد بـ `Enter` ، إلغاء بـ `Esc`) تتحرك بسلسلة حسب إعداد الاستيفاء.
- القيم خارج الحدود تُقيد تلقائياً.

### TCP / ديكارتي (يدوي > TCP / ديكارتي)

- أدخل الهدف X, Y, Z (mm) والدرجة والميل والانعراج (°) في إطار العالم (قاعدة الروبوت)، ثم اضغط **حلّ وتحريك**.
- استخدم أزرار + / - لتحريك الأداة أو تدويرها خطوة بخطوة على كل محور.
- تحافظ الحركات العكسية على الحل الأقرب للمفاصل الحالية وتحترم حدود URDF. الحركات في فضاء المفاصل وليست خطوطاً مستقيمة.
- إذا كان الهدف خارج نطاق الوصول، تبقى الأداة عند آخر وضعية ممكنة مع رسالة توضح السبب.

### الوضعيات المسمّاة ووضعيات البداية

في صفحة أولي > الوضعيات المسمّاة، انقر على أي وضعية (البداية، صفر، عمودي...) للانتقال إليها. داخل خلية العمل، يستخدم زر إعادة الروبوت إلى البداية مساراً آمناً من أي مكان في الخلية.

التحكم اليدوي مقفل أثناء تشغيل برنامج. اضغط إيقاف في الشريط العلوي لاستعادة التحكم.

## 7 تعليم النقاط والتعليم بالسحب

### صفحة النقاط (البرنامج > النقاط)

- 1 حرّك الروبوت إلى الموضع المطلوب (تحريك المفاصل أو TCP أو السحب).
  - 2 اكتب اسم النقطة (أحرف إنجليزية وأرقام و `_`) واضغط **تعليم نقطة**، أو اضغط `R`.
  - 3 تُخزّن النقطة زوايا المفاصل ووضع TCP. استخدم **معاينة** لعرضها، أو **تحريك** للذهاب إليها، أو **إعادة التعليم** لتحديثها، أو **حذف**.
- تصبح النقاط متغيرات في البرامج، مثل `PTP(P1, 30)` أو `Lin(P2, 120)`. زر **إضافة نقاط المثال** ينشئ مجموعة جاهزة.

### التعليم بالسحب

- 1 انقر أيقونة اليد في أدوات العرض، فيتغير الوضع إلى **سحب**.
- 2 اسحب الأداة في العرض ثلاثي الأبعاد لتحريك الذراع يدوياً.
- 3 اضغط **تسجيل نقطة** (أو `R`) عند كل موضع. تظهر آخر النقاط كأزرار صغيرة يمكن النقر عليها.
- 4 اضغط `Esc` أو انقر أيقونة اليد مرة أخرى للخروج.

التعليم بالسحب مقفل أثناء تشغيل برنامج.

## 8 برمجة الروبوت

البرنامج قائمة من أوامر الحركة والمداخل والمخارج، مكتوب بلغة **Lua 5.4** بدوال على نمط Fairino. يمكن تحرير نفس البرنامج بأي من الطريقتين والتبديل بينهما في أي وقت بزر **برمجة نصية / رسومي**.

### الوضع الرسومي (البرنامج > رسومي)

- 1 اختر أمراً من القائمة: الحركة (PTP, LIN, MoveJ, MoveL)، البداية، وضعية مسمّاة، سرعة المفاصل، السرعة الخطية)، أو المنطق (تكرار، طالما، إذا، وإلا، نهاية، انتظار، إيقاف مؤقت، متغير، طباعة، تعليق، Lua)، أو المداخل والمخارج (ضبط DO، انتظار DI).
  - 2 املاً الحقول. زر **استخدام الحالي** يأخذ موضع الروبوت الحالي.
  - 3 اضغط **إضافة**، فيُدرج السطر بعد السطر المحدد أو يستبدله.
  - 4 انقر على سطر لتحريره، أو انقر مرتين لتنفيذ هذا السطر فقط.
- في شريط الأدوات: حفظ، ونسخ وقص ولصق، وحذف (Del)، وتحريك السطر (Alt+↑ / ↓)، وتراجع وإعادة، وفحص الصياغة.

### البرمجة النصية (البرنامج > برمجة نصية)

اكتب كود Lua مباشرة. زر **فحص الصياغة** يتحقق من البرنامج. **استيراد / تصدير ملف lua**. لنقل البرامج بين الأجهزة. أمثلة... لتحميل برنامج جاهز.

### تشغيل البرنامج

- ▶ **تشغيل** يبدأ البرنامج. **إيقاف مؤقت** يوقفه مؤقتاً، والضغط مرة أخرى يستأنفه. **إيقاف** يوقف البرنامج والحركة.
- نسبة السرعة % في الشريط العلوي تغيّر سرعة كل حركات البرنامج.
- رسائل **print()** والأخطاء تظهر في وحدة التحكم النصية أسفل البرنامج.

### مرجع أوامر Lua

| الوصف                                                                                                | الأمر                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| حركة مفاصل إلى نقطة مُعلّمة.                                                                         | PTP(point [, speed%])                           |
| حركة TCP بخط مستقيم إلى نقطة مُعلّمة.                                                                | Lin(point [, mm/s])                             |
| حركة مفاصل إلى زوايا محددة (°).                                                                      | MoveJ(j1, ..., j6 [, speed%])                   |
| حركة بخط مستقيم إلى وضعية محددة في إطار العالم (mm, °).                                              | MoveL(x, y, z, rx, ry, rz [, mm/s])             |
| الانتقال إلى البداية أو إلى وضعية مسمّاة مثل "zero". داخل خلية العمل يستخدم MoveHome() مساراً آمناً. | MoveHome([speed%])<br>MovePose(name [, speed%]) |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| انتظار مدة زمنية (قابل للإيقاف المؤقت) · إيقاف البرنامج حتى الاستئناف.                                                                                                                         | <code>Pause()</code> · <code>WaitMs(ms)</code>                 |
| السرعات الافتراضية للحركات التالية (في البداية 25 % و 100 mm/s).                                                                                                                               | <code>SetSpeed(%)</code><br><code>SetLinearSpeed(mm/s)</code>  |
| زوايا المفاصل الحالية (°) · وضعية TCP الحالية (mm) x, y, z و rx, ry, rz (°).                                                                                                                   | <code>GetTCP()</code> · <code>GetJoints()</code>               |
| مخرج صندوق التحكم 15-0 (CO0-CO7 = 15-8) · مخرج الأداة 1-0. الدالتان <code>GetToolDO</code> و <code>GetToolDI</code> تقرأ قيمتها.                                                               | <code>SetDO(id, 0 1)</code><br><code>SetToolDO(id, 0 1)</code> |
| حالة المدخل 0 أو 1 (صندوق التحكم 15-0 حيث CI0-CI7 = 15-8 · الأداة 1-0).                                                                                                                        | <code>GetToolDI(id)</code> · <code>GetDI(id)</code>            |
| انتظار مدخل ( <code>WaitToolDI</code> للأداة). القيمة <code>maxtime = 0</code> تعني الانتظار بلا حد. عند انتهاء المهلة: <code>opt = 0</code> يتوقف البرنامج بخطأ، و <code>opt = 1</code> يكمل. | <code>WaitDI(id, 0 1 [, maxtime [, opt]])</code>               |
| الكتابة في وحدة التحكم النصية.                                                                                                                                                                 | <code>print(...)</code>                                        |

### مثال: التقاط ووضع مربع

```
-- Pick & place square (tool pointing down)
SetSpeed(30)
SetLinearSpeed(120)
MoveHome()
MoveJ(0, -90, -90, -90, 90, 0)
for _ = 1, 2 do
  MoveL(497, -102.1, 377, 180, 0, -90)
  WaitMs(300)
  MoveL(597, -102.1, 377, 180, 0, -90)
  MoveL(597, 47.9, 377, 180, 0, -90)
  MoveL(497, 47.9, 377, 180, 0, -90)
end
print("Cycle complete")
```

### الأمثلة المدمجة (أمثلة...)

التقاط ووضع مربع (Pick & place square) · مربع نسبي بالمتغيرات (Relative square) · جولة المفاصل (Joint tour) · التقاط ووضع بنقاط مُعلّمة · خط الإنتاج · تغذية الآلات · التحميل على المنصات · اللحام · خلية PLC (تبادل إشارات I/O).

أمثلة خلايا العمل تتطلب تحميل الخلية المناسبة من صفحة البيئة أولاً.

## 9 خلايا العمل (البيئة)

من صفحة أولي ، البيئة اختر المشهد المحيط بالروبوت. أوقف البرنامج قبل تغيير البيئة.

| خلية العمل          | الوصف                                                                                                          | الإشارات الرئيسية                                                         |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| افتراضي             | الروبوت وحده على أرضية الاستوديو مع شبكة القياس. الأفضل للتحريك والتعليم وفحص الحركات.                         | لا يوجد                                                                   |
| خط الإنتاج          | تصل القطع على ناقل الإدخال وتتوقف عند الحساس الضوئي. يلتقط الروبوت كل قطعة بالقابض ويضعها على ناقل الإخراج.    | DI1 قطعة في موضع الالتقاط · DO0 للأداة (القابض) · DI0 للأداة (حساس القبض) |
| تغذية الآلات        | يحمل الروبوت طاولة قص CNC، ويبتعد، ويبدأ الدورة (يقص الجسر حول القطعة)، ثم يفرغ القطعة الجاهزة.                | DI1 قطعة خام جاهزة · DO1 بدء الدورة · DI2 انتهاء الدورة                   |
| التحميل على المنصات | تصل الكراتين على ناقل الإدخال ويرصها الروبوت على منصة في طبقتين من 4. استخدم <b>تبديل المنصة</b> عند امتلائها. | DI1 كرتونة جاهزة · DI2 المنصة ممتلئة                                      |
| اللحام              | شعلة MIG تلحم درزتين زاويتين على وصلة T مثبتة على طاولة اللحام بزاوية عمل 45°.                                 | DI1 القطعة مثبتة · DO2 تشغيل القوس · DI3 تشكّل القوس · DO3 تفريغ          |

أدوات الخلية: سرعة الناقل، وقطعة جديدة كل N ثانية، وإفراغ الخلية، وتبديل المنصة، والعدادات (تمت التغذية، تم الالتقاط، تم الوضع، تم الشحن، تمت المعالجة...).

## 10 إعدادات السلامة

تُفحص كل حركة قبل تنفيذها: المنزلقات والتحريك و IK والتعليم بالسحب والبرامج. الحركة المرفوضة توقف الروبوت عند آخر وضعية آمنة، والحركة باتجاه الأمان مسموحة دائماً.

| الإعداد                   | الوصف                                                                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| صندوق مساحة العمل (TCP)   | إبقاء الأداة داخل صندوق X/Y/Z أدنى وأقصى بالمليمتر، في إطار العالم، يظهر كصندوق برتقالي في العرض.                    |
| حدود المفاصل البرمجية     | حدود دنيا وعليا أضيق من حدود URDF لكل مفصل.                                                                          |
| حدود السرعة               | أقصى سرعة للمفاصل (%) من سرعة URDF وأقصى سرعة ل TCP (mm/s). تُطبّق على كل حركات البرنامج قبل تجاوز السرعة.           |
| الخلوص عن الأرضية         | التوقف قبل أن تلمس الذراع الأرضية (ارتفاع الأرضية والهامش بالمليمتر) باستخدام شبكات التصادم. القاعدة و J1 مستثناتان. |
| إعادة ضبط إعدادات السلامة | إعادة جميع قيم السلامة إلى الوضع الافتراضي.                                                                          |

**إيقاف أمان:** يظهر شريط أحمر يوضح الجزء الذي كان سيصطدم (القابض، الشعلة، القطعة المحمولة...). امسحه بالزر الموجود في الشريط، ثم حرّك الروبوت بعيداً عن الحد.

المحاكاة لا تفحص التصادم الذاتي ولا التصادم بين الروبوت والآلات. تحقّق دائماً من البرامج على الروبوت الحقيقي بسرعة منخفضة.

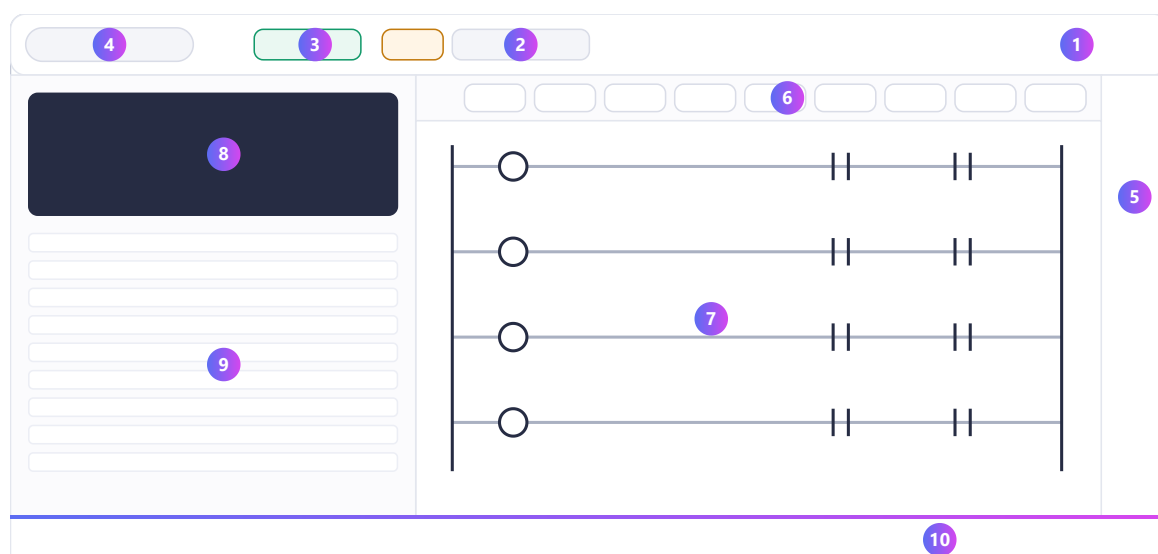
## 11 المداخل والمخارج وارتباط PLC

تعرض صفحة الحالة < I/O صندوق التحكم الافتراضي للروبوت FR5:

| المجموعة            | القنوات       | ملاحظات                                                                                                   |
|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مداخل رقمية         | DI0-DI7       | مداخل عامة. انقر لمحاكاتها يدوياً إذا لم تكن موصولة بـ PLC.                                               |
| مداخل قابلة للتهيئة | CI0-CI7       | لكل مدخل وظيفة (بدء البرنامج، إيقافه، إيقاف مؤقت، استئناف، مسح العطل...) تعمل عند الحافة الصاعدة (0 → 1). |
| مخارج رقمية         | DO0-DO7       | تُضبط من البرامج (SetDO) أو يدوياً.                                                                       |
| مخارج قابلة للتهيئة | CO0-CO7       | تُبلغ عن حالة الروبوت (جاهز، قيد التشغيل، يتحرك، عطل، متوقف مؤقتاً...).                                   |
| مداخل/مخارج الأداة  | DI0-1 · DO0-1 | القباض والشعلة والحساسات على شفة الأداة.                                                                  |

### ارتباط PLC

- عند فتح استوديو PLC يرتبط بالتوأم تلقائياً، وتظهر الحالة **مرتبط** مع وضع PLC (تشغيل / إيقاف).
- مخارج PLC تقود مداخل الروبوت (DI/CI)، ومخارج الروبوت (DO/CO) تغذي مداخل PLC.
- كل شيء يبقى على هذا الحاسوب. إذا أُغلق أحد التطبيقين تنخفض إشاراته إلى 0 لدى الطرف الآخر.



الشكل 2: نافذة استوديو PLC (الواجهة العربية)

| #  | العنصر                 | الاستخدام                                                                                                              |
|----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | المشروع · المعالج      | اسم المشروع وعلامة PLC والمعالج المختار (انقر للتغيير).                                                                |
| 2  | تشغيل / إيقاف          | تشغيل PLC (إعادة تشغيل باردة) أو إيقافه. في وضع الإيقاف تُقرأ المداخل لكن المخرجات والمصابيح تبقى مطفأة.               |
| 3  | التشخيص · اللوحة       | عدد الأخطاء ("لا توجد أخطاء") ولوحة المشغل العائمة.                                                                    |
| 4  | ارتباط الروبوت         | حالة الارتباط مع التوأم الرقمي، إضافة إلى حجم الخط واللغة.                                                             |
| 5  | الأقسام                | برنامج السلم · الوسوم · قائمة نصية · عتاد PLC · لوحة المشغل · توصيل المداخل/المخرجات · ارتباط الروبوت · المشروع و PLC. |
| 6  | شريط التعليمات         | درجة جديدة، ومنتقى التعليمات، والتلامسات، وفرع OR، والملفات، والمؤقتات، والعدادات.                                     |
| 7  | محرر السلم             | الشبكات (الدرجات) مع التعليقات، ويظهر سريان الإشارة مباشرة في وضع التشغيل.                                             |
| 8  | عرض PLC                | صورة PLC المختار مع مؤشرات المداخل والمخرجات المباشرة.                                                                 |
| 9  | قائمة المداخل/المخرجات | كل مدخل ومخرج مع العنوان والوسم والحالة. انقر للتشغيل أو لإيجاده في السلم.                                             |
| 10 | الشريط السفلي          | بيانات التواصل مع أصفان.                                                                                               |

### ترميزات PLC المدعومة

| العلامة | المعالجات | ترميز المحرر |
|---------|-----------|--------------|
|---------|-----------|--------------|

|                        |                                                              |                                    |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| سيمنز                  | SIMATIC S7-1200 (CPU 1214C, 1215C) · S7-1500 (CPU 1511-1 PN) | TIA Portal · LAD                   |
| شنايدر إلكترونيك       | Modicon M221 (TM221CE24T, CE40T) · M241 (TM241CE40T)         | EcoStruxure Machine Expert – Basic |
| ميتسوبوشي إلكترونيك    | MELSEC iQ-F FX5U-32MT/ES, FX5U-64MT/ES, FX5UC-32MT/D         | GX Works3 · Ladder                 |
| روكويل (Allen-Bradley) | MicroLogix 1100 (1763-L16BBB) · 1400 (1766-L32BxB)           | RSLogix 500 · Ladder               |
| أومرون                 | SYSMAC CP1L-EM40DT-D · CP2E-N30DT-D, N40DT-D                 | CX-Programmer · Ladder             |

## إنشاء مشروع

- 1 اختر مشروع جديد... ثم حدد علامة PLC والمعالج.
- 2 ابدأ من عرض خلية الروبوت (لوحة، وتبادل إشارات مع FR5، وعدّاد قطع) أو من برنامج فارغ.
- 3 يُحفظ المشروع تلقائياً. استخدم تصدير ملف المشروع للاحتفاظ بنسخ أو لنقله لحاسوب آخر، وفتح ملف مشروع... لتحميله.
- 4 خيار تغيير العلامة / المعالج... يحتفظ بالبرنامج ويعرضه بترميز العلامة الجديدة.

## تحرير منطق السلم

- حدّد عنصراً في الدرجة لتحريره، أو استخدم خانة + للإدراج. زر **تعليلة...** (Insert) يفتح المكتبة الكاملة.
- التعليلات: تلامس مفتوح ومغلق، والحافة الصاعدة والهابطة، ونبضة واحدة، والمقارنة (EQU...LEQ)، وملف الخرج والمعكوس والضبط وإعادة الضبط، والمؤقتات (TON, TOF, TP) والاحتفاظي، والعدادات (CTU, CTD)، و MOVE، والحساب (ADD, SUB, MUL, DIV).
- المعاملات: اكتب العنوان بصيغة العلامة (مثل %I0.0 أو X0 أو I:0/0) أو اسم الوسم. قيم المؤقتات بالمللي ثانية.
- قسم الوسوم يعطي العناوين أسماء رمزية. خيار إظهار أسماء الوسوم بدلاً من العناوين يبدّل طريقة العرض.
- قسم قائمة نصية يعرض البرنامج كنص تعليمات للقراءة فقط، وهو مفيد للمراجعة وإعادة إدخال المنطق في برنامج المُصنّع.

## لوحة المشغل والتوصيل

- **لوحة المشغل:** أزرار ضغط (تعمل أثناء الضغط) ومفاتيح اختيار ومصابيح موصولة بـ PLC، ويمكن إظهارها كبطاقة عائمة فوق السلم (زر اللوحة).
- **توصيل المداخل/المخارج:** ربط مداخل ومخارج PLC باللوحة وبإشارات الروبوت (DO/CO ← مداخل PLC، ومخارج PLC ← DI/CI).
- **المشروع و PLC:** الاسم، وعتاد PLC، وزمن دورة المسح، وإحصاءات المسح.

## 13 تمرين عملي: خلية روبوت + PLC

يشغل هذا التمرين العرض الجاهز الذي يبدأ فيه PLC برنامج الروبوت ويراقبه عبر تبادل إشارات المداخل والمخارج.

- 1 افتح استوديو PLC وأنشئ مشروعاً من عرض خلية الروبوت (بأي علامة).
- 2 افتح التوأم الرقمي FR5، فيرتبط تلقائياً وتظهر الحالة مرتبط.
- 3 في التوأم افتح البرنامج > برمجة نصية > أمثلة... وحمل (PLC cell I/O handshake).
- 4 في استوديو PLC حوّل PLC إلى تشغيل.
- 5 في لوحة المشغل شغل Auto\_Mode، وتأكد أن Door\_Closed مفعل، ثم اضغط Start\_PB.
- 6 شغل Part\_Sensor، فيستقبل الروبوت إشارة "القطعة جاهزة" وينفذ دورته. يعدّ PLC القطع المنجزة، ويضيء مصباح الدفعة بعد 5 قطع.
- 7 جرب Stop\_PB، وفتح الباب (إيقاف مؤقت)، ثم Start\_PB مرة أخرى (استئناف)، وReset\_PB (مسح العطل / دفعة جديدة).

راقب النافذتين معاً: مؤشرات عرض PLC، وسريان الإشارة في السلم، وصفحة I/O في التوأم تتحدث كلها في نفس اللحظة.

## 14 خيارات العرض: حجم الخط واللغة

| الزر           | الوظيفة                                                                                                                       |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -A             | تصغير كل نصوص الواجهة (حتى 85 %).                                                                                             |
| +A             | تكبير كل نصوص الواجهة (حتى 140 %)، ويظهر الحجم الحالي بين الزرين.                                                             |
| عربي / English | تبديل الواجهة بين العربية والإنجليزية فوراً، بدون إعادة تشغيل وبدون إيقاف المحاكاة. في العربية تكون الواجهة من اليمين لليسار. |

- يُحفظ الإعدادان على هذا الحاسوب.
- المصطلحات التقنية (TCP, URDF, PLC, DI/DO) وأوامر Lua ورموز السلم وأسماء الوسوم تبقى بالإنجليزية كما في المعدات الحقيقية. مخططات السلم والكود تُقرأ دائماً من اليسار لليمين.
- يعرض الشريط السفلي بيانات التواصل مع أصفان. الضغط على **واتساب** يفتح المحادثة، والضغط على **البريد** ينسخ العنوان لتلصقه في برنامج البريد.

## 15 اختصارات لوحة المفاتيح

| استوديو PLC                                             | التوأم الرقمي FR5                                                    |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| منتقي التعليمات <span>Insert</span>                     | نافذة التوأم / استوديو PLC <span>Ctrl+2</span> / <span>Ctrl+1</span> |
| تلامس مفتوح / مغلق <span>F6</span> / <span>F5</span>    | إخفاء / إظهار اللوحة <span>Ctrl+B</span>                             |
| تلامس متوازي (OR) <span>Shift+F5</span>                 | تسجيل نقطة <span>R</span>                                            |
| درجة جديدة <span>Ctrl+Enter</span>                      | خروج من التعليم بالسحب · إلغاء <span>Esc</span>                      |
| تكرار الدرجة <span>Ctrl+D</span>                        | تطبيق القيمة المكتوبة <span>Enter</span>                             |
| تحرير العنصر المحدد <span>Enter</span>                  | حفظ البرنامج <span>Ctrl+S</span>                                     |
| حذف العنصر <span>Del</span>                             | تراجع / إعادة <span>Ctrl+Y</span> / <span>Ctrl+Z</span>              |
| نقل العنصر <span>Alt++</span> / <span>Alt+-</span>      | حذف سطر البرنامج <span>Del</span>                                    |
| تراجع / إعادة <span>Ctrl+Y</span> / <span>Ctrl+Z</span> | تحريك السطر للأعلى / للأسفل <span>Alt+↓</span> / <span>Alt+↑</span>  |

## 16 الحفظ والملفات وحل المشكلات

### أين يُحفظ عملي؟

- البرامج والنقاط والإعدادات ومشاريع PLC تُحفظ تلقائياً على هذا الحاسوب.
- قائمة **File > Open the saved work folder** تفتح مجلد الحفظ (ويظهر مساره أيضاً في **Help > About**). خذ نسخة احتياطية منه للاحتفاظ بعملك.
- استخدم **تصدير ملف lua**. و**تصدير ملف المشروع** لنقل العمل لحاسوب آخر.

### التحديثات

- يبحث البرنامج عن نسخة جديدة بعد تشغيله بقليل ثم كل 4 ساعات، وإذا وجدها يُظهر رسالة **تحديث الآن / لاحقاً**.
- عند الضغط على **تحديث الآن** يُحمّل التحديث ويُتحقق منه، ثم يُغلق البرنامج ويُثبّت التحديث ويُعاد فتحه. الترخيص والعمل المحفوظ لا يتأثران.
- للبحث يدوياً: **Help > البحث عن تحديثات**، ويحتاج اتصالاً بالإنترنت.

### حل المشكلات

| المشكلة                                       | الحل                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| العرض ثلاثي الأبعاد فارغ أو تظهر رسالة WebGL  | حدّث تعريف كرت الشاشة أو فعّل تسريع العتاد، ثم اختر <b>View &gt; Reload</b> .                                              |
| الروبوت لا يتحرك                              | تحقق من وجود شريط إيقاف أمان أو برنامج قيد التشغيل (التحكم اليدوي مقفل). اضغط إيقاف، وامسح إيقاف الأمان، ثم ابتعد عن الحد. |
| خطأ في البرنامج                               | استخدم فحص الصياغة. تُظهر وحدة التحكم النصية رقم السطر والسبب.                                                             |
| PLC والتوأم غير مرتبطين                       | افتح التطبيقين على نفس الحاسوب. نافذة استوديو PLC واحدة فقط ترتبط في نفس الوقت.                                            |
| مخارج PLC لا تعمل                             | حوّل PLC إلى تشغيل. في وضع الإيقاف كل المخارج والمصابيح مطفأة.                                                             |
| توقف النافذة بشكل مفاجئ                       | اختر <b>Reload</b> من الرسالة، وعملك المحفوظ يبقى كما هو.                                                                  |
| ظهرت الواجهة القديمة بعد التحديث              | اضغط <b>Ctrl+Shift+R</b> (إعادة تحميل كاملة).                                                                              |
| رسالة "Windows protected your PC" عند التثبيت | اضغط <b>More info</b> ثم <b>Run anyway</b> .                                                                               |
| نافذة الترخيص تقول "تاريخ الجهاز غير صحيح"    | اضبط التاريخ والوقت الصحيحين في ويندوز ثم أعد فتح البرنامج.                                                                |

## 17 الدعم والتواصل

للتدريب والدعم الفني والتراخيص ومشاريع الأتمتة، تواصل مع أصفان:

البريد الإلكتروني: info@asfanco.com

واتساب: +962 77 614 0404



**ASFAN**

### الحقوق والمصادر

- نموذج روبوت FR5 V6 (URDF و SRDF والشبكات): من شركة Fairino، من حزمة frcobot\_ros بدون تعديل.
- نموذج الناقل: "Simple rubber conveyor" من scailman على sketchfab.com، بترخيص CC BY 4.0.
- نموذج طاولة القص CNC: "Pulselaser CNC CO2 IE522".
- أسماء العلامات التجارية تحدد ترميزات PLC المحاكاة فقط، واستوديو PLC ليس برنامج المصنّع.