المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

الهندسة

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

طبعة 1447-2025

المركز الوطني للمناهج
الهندسة - المرحلة الثانوية - نظام المسارات - السنة الثانية.
المركز الوطني للمناهج .- الرياض ، ١٤٤٦ هـ
٢٣٠ ص ؛ ٢١ x ٢٥,٥ سم

رقم الإيداع: ١٤٤٦/١٨٧٣١
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٥١٤-٠١٨-٨

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

الناشر: شركة تطوير للخدمات التعليمية

تم النشر بموجب اتفاقية خاصة بين شركة Binary Logic SA وشركة تطوير للخدمات التعليمية
(عقد رقم 2022/0003) للاستخدام في المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

binarylogic

مقدمة

إن تقدم الدول وتطورها يقاس بمدى قدرتها على الاستثمار في التعليم، ومدى استجابة نظامها التعليمي لمتطلبات العصر ومتغيراته. وحرصًا من وزارة التعليم على ديمومة تطوير أنظمتها التعليمية، واستجابة لرؤية المملكة العربية السعودية 2030 فقد بادرت الوزارة إلى اعتماد نظام «مسارات التعليم الثانوي» بهدف إحداث تغيير فاعل وشامل في المرحلة الثانوية.

إن نظام مسارات التعليم الثانوي يقدم أنموذجًا تعليميًا متميزًا وحديثًا للتعليم الثانوي بالمملكة العربية السعودية يسهم بكفاءة في:

- تعزيز قيم الانتماء لوطننا المملكة العربية السعودية، والولاء لقيادته الرشيدة حفظهم الله، انطلاقًا من عقيدة صافية مستندة على التعاليم الإسلامية السمحة.
- تعزيز قيم المواطنة من خلال التركيز عليها في المواد الدراسية والأنشطة، اتساقًا مع مطالب التنمية المستدامة، والخطط التنموية في المملكة العربية السعودية التي تؤكد على ترسيخ ثنائية القيم والهوية، والقائمة على تعاليم الإسلام والوسطية.
- تأهيل الطلبة بما يتوافق مع التخصصات المستقبلية في الجامعات والكليات أو المهن المطلوبة؛ لضمان اتساق مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل.
- تمكين الطلبة من متابعة التعليم في المسار المفضل لديهم في مراحل مبكرة، وفق ميولهم وقدراتهم.
- تمكين الطلبة من الالتحاق بالتخصصات العلمية والإدارية النوعية المرتبطة بسوق العمل، ووظائف المستقبل.
- دمج الطلبة في بيئة تعليمية ممتعة ومحفزة داخل المدرسة قائمة على فلسفة بنائية، وممارسات تطبيقية ضمن مناخ تعليمي نشط.
- نقل الطلبة عبر رحلة تعليمية متكاملة بدءًا من المرحلة الابتدائية حتى نهاية المرحلة الثانوية، وتُسهِّل عملية انتقالهم إلى مرحلة ما بعد التعليم العام.
- تزويد الطلبة بالمهارات التقنية والشخصية التي تساعدهم على التعامل مع الحياة، والتجاوب مع متطلبات المرحلة.
- توسيع الفرص أمام الطلبة الخريجين عبر خيارات متنوعة إضافة إلى الجامعات مثل: الحصول على شهادات مهنية، والالتحاق بالكليات التطبيقية، والحصول على دبلومات وظيفية.

ويتكون نظام المسارات من تسعة فصول دراسية تُدرّس في ثلاث سنوات، تتضمن سنة أولى مشتركة يتلقى فيها الطلبة الدروس في مجالات علمية وإنسانية متنوعة، تليها سنتان تخصصيتان، يُسكّن الطلبة بها في مسار عام وأربعة مسارات تخصصية تتسق مع ميولهم وقدراتهم، وهي: المسار الشرعي، مسار إدارة الأعمال، مسار علوم الحاسب والهندسة، مسار الصحة والحياة، وهو ما يجعل هذا النظام هو الأفضل للطلبة من حيث:

- وجود مواد دراسية جديدة تتوافق مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة والخطط التنموية، ورؤية المملكة 2030، تهدف لتنمية مهارات التفكير العليا وحل المشكلات، والمهارات البحثية.
- برامج المجال الاختياري التي تتسق مع احتياجات سوق العمل وميول الطلاب، حيث يُمكّن الطلبة من الالتحاق بمجال اختياري محدد وفق مصفوفة مهارات وظيفية محددة.
- مقياس ميول يضمن تحقيق كفاءة الطلبة وفاعليتهم، ويساعدهم في تحديد اتجاهاتهم وميولهم، وكشف مكامن القوة لديهم، مما يعزز من فرص نجاحهم في المستقبل.
- العمل التطوعي المصمم للطلبة خصيصًا بما يتسق مع فلسفة النشاط في المدارس، ويعد أحد متطلبات التخرج؛ مما يساعد على تعزيز القيم الإنسانية، وبناء المجتمع وتنميته وتماسكه.
- التجسير الذي يمكن الطلبة من الانتقال من مسار إلى آخر وفق آليات محددة.
- حصص الإتقان التي يتم من خلالها تطوير المهارات وتحسين المستوى التحصيلي، من خلال تقديم حصص إتقان إثرائية وعلاجية.

- خيارات التعليم المدمج، والتعلم عن بعد، والذي بُني في نظام المسارات على أسس من المرونة، والملاءمة والتفاعل والفعالية.
- مشروع التخرج الذي يساعد الطلبة على دمج الخبرات النظرية مع الممارسات التطبيقية.
- شهادات مهنية ومهارية تمنح للطلبة بعد إنجازهم مهامَّ محددة، واختبارات معينة بالشراكة مع جهات تخصصية.

وبالتالي فإن مسار علوم الحاسب والهندسة كأحد المسارات المستحدثة في المرحلة الثانوية يسهم في تحقيق أفضل الممارسات عبر الاستثمار في رأس المال البشري، وتحويل الطالب إلى فرد مشارك ومنتج للعلوم والمعارف، مع إكسابه المهارات والخبرات اللازمة لاستكمال دراسته في تخصصات تتناسب مع ميوله وقدراته أو الالتحاق بسوق العمل.

وتعد مادة الهندسة إحدى المواد الرئيسة في مسار علوم الحاسب والهندسة التي تساعد الطلبة على معرفة أساسيات الهندسة، من خلال الانخراط والمشاركة لاكتشاف موضوعات متنوعة وواسعة في مجال الهندسة بدءا من تقديم نبذة تاريخية عن الهندسة والتعريف بمجالات متنوعة من التخصصات الهندسية التي تساعد على تلبية الاحتياجات البشرية وتحسين جودة الحياة، كما تركز المادة على إلهام الطلبة وتمكينهم من خلال فهم الهندسة والفرص الوظيفية المرتبطة بها بالإضافة إلى تكوين اتجاهات إيجابية نحو التخصصات الهندسية في التعليم ما بعد الثانوي. كما سيتم استعراض خطوات التعلم المختلفة والأفكار الإبداعية في مجالات الهندسة المختلفة من خلال استعراض بعض الدوائر الإلكترونية وعناصرها الأساسية وطرق تصميمها، وكذلك تصميم وبناء المتحكِّم الدقيق باستخدام مجموعة متنوعة من التطبيقات الحاسوبية لإيجاد الحلول الهندسية للمشاكل الحياتية. يتكامل الجانب النظري في هذه المادة مع المتطلبات التي ينبغي على الطلبة الاطلاع عليها حول المشاكل الواقعية المناسبة لمستوياته المعرفية المتعلقة بأهداف المادة بالإضافة إلى إيجاد الحلول الهندسية بتوجيه وإشراف من المعلم.

ويتميز كتاب الهندسة بمحتوى نظري وعملي متكامل ومتجانس ومحفز لبيئة تعليمية تفاعلية من خلال تدريبات وأنشطة ومشاريع تنعكس من ممارسات حياتية ملموسة، كما يؤكد هذا الكتاب على جوانب مهمة في تعليم الهندسة وتعلمها، تتمثل في:

- ربط الجانب العملي بتطبيقات حياتية مختلفة.
- الاهتمام بتوظيف الهندسة في مجالات متنوعة.
- سلاسة عرض المحتوى النظري وتطبيقاته العملية.
- تنوع عرض المحتوى بصورة جذابة ومشوقة.
- توظيف التطبيقات الحاسوبية في التدريبات والأنشطة والمشاريع.

ولمواكبة التطورات العالمية في هذا المجال، فإن كتاب مادة الهندسة يوفر مجموعة متكاملة من المواد التعليمية المتنوعة التي تراعي الفروق الفردية بين الطلاب، بالإضافة إلى البرمجيات، التي توفر للطالب فرصة توظيف التقنيات الحديثة والتواصل المبني على الممارسة مما يؤكد دوره في عملية التعليم والتعلم.

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب لأعزاءنا الطلاب، نأمل أن يستحوذ على اهتمامهم، ويُلبي متطلباتهم، ويجعل تعلّمهم لهذه المادة أكثر متعة.

والله ولي التوفيق

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

الفهرس

1. أساسيات الهندسة

سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على علم الهندسة. ويشمل ذلك أساسيات الهندسة وتاريخها ومجالاتها وأغراضها المختلفة.

وفي الختام سيتعرّف الطالب على أهمية علم الهندسة وكيفية توظيفه لتحسين جودة الحياة، وكذلك على أوجه الاختلاف بين مهندس الحاسب ومهندس البرمجيات.

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يُعرِّف مصطلح الهندسة.
- يصف أساسيات الهندسة.
- يتعرَّف على تاريخ الهندسة.
- يدرك مجالات العمل المختلفة للمهندسين.
- يُحدِّد المجالات المهنية للهندسة.
- يتعرَّف على التحديات المستقبلية التي تواجه المهندسين.
- يذكر أهداف الهندسة.
- يتعرَّف على مساهمة الهندسة في تحسين جودة الحياة.
- يتعرَّف على أهمية المهن المتعلقة بالحوسبة.
- يُميِّز أوجه الإختلاف بين مهام مهندس الحاسب، ومهام مهندس البرمجيات.

متطلب البرمجة بلغة البايثون

يتطلب منهجا علم البيانات والهندسة في نظام المسارات معرفة أساسيات البرمجة بلغة البايثون. يرجى مسح رمز الاستجابة السريع أدناه للوصول لمحتوى تعريفي بالبايثون. ولمعرفة الموضوعات المتوفرة والوصول السريع لكل وحدة، يمكنك الاطلاع على الصفحات 229-230.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

مقدمة إلى الهندسة

أساسيات الهندسة The Fundamentals of Engineering

يعتمد المبدأ الأساسي للهندسة على توظيف علم الرياضيات والعلوم الأخرى والتفكير الإبداعي من قبل خبراء ومختصين في إيجاد حلول للمشكلات المعقدة متعددة التخصصات لخدمة المجتمعات.

يجب أن تتوافر لدى المهندسين معرفة جيدة بالرياضيات والفيزياء، وكذلك يحتاج المهندسون إلى مزيد من المعرفة المتخصصة في علوم مثل: الكيمياء والأحياء والطب والكهرباء والمغناطيسية، أو معرفة بعلم الحاسب وتقنية المعلومات، وذلك بالطبع حسب المجال الهندسي المطلوب.

وإلى جانب المعرفة التقنية، يحتاج المهندسون إلى مهارات متقدمة في الكتابة والتواصل، فالمهندسون يقضون قدرًا كبيرًا من الوقت في كتابة أفكارهم وعرضها على زملائهم ورؤسائهم. ويذكر التاريخ بعض أعظم المهندسين ممن برعوا في قدراتهم على التواصل وتميزوا في علاقاتهم الاجتماعية.

الهندسة (Engineering):

هي تطبيق مجالات العلوم والرياضيات في حل المشكلات.

تاريخ الهندسة The History of Engineering

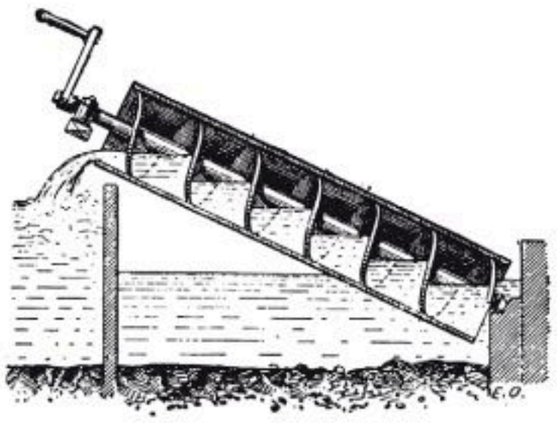
تُعرَّف الهندسة بأنها عملية استخدام الذكاء البشري في حل المشكلات في البيئة المحيطة. لقد كانت الهندسة جزءًا من حياة الإنسان منذ اختراع الزراعة، حيث كان البشر حينها مجرد قبائل بدائية تعيش على الصيد، ولكن حياتهم تطلبت ابتكار طرائق جديدة للصيد وللحصول على الملبس ولحماية أنفسهم من الأخطار المحدقة بهم ومن الحياة البرية الموحشة.

انتقل البشر إلى زراعة المحاصيل وجمعها، ولكن بطبيعة الحال واجهتهم العديد من المشكلات، حيث أصبح هناك حاجة لتجهيز التربة، وتوفير مياه الري، واستخدام الحيوانات للقيام ببعض الأعمال المتعلقة بالزراعة بكفاءة أكبر، وبرزت أيضًا الحاجة إلى وسائل فعّالة لحصاد المحاصيل الزراعية وتخزينها في أماكن مُجهزة لحمايتها من الطقس واللصوص. ونتج عن هذه التحديات طرائق وأبعاد جديدة في تفكير البشر وفي كيفية تعاملهم مع البيئة المحيطة بهم. يستعرض الشكل 1.1 تاريخ وعصور الهندسة.

شكل 1.1: تاريخ الهندسة

العصر القديم The Ancient Era

يُعدُّ استخدام اللغة المكتوبة والحساب من أهم نقاط التحول الكبرى في تاريخ الإنسانية. عُثر على بعض الكتابات البشرية على صورة سجلات، ودفاتر لتسجيل المؤونة واحتياجات البلدات والمدن. بعد ذلك، شرع المهتمون بتطوير علم الرياضيات لوصف الكم الجديد من المعلومات الموجودة بشكل أفضل ومعالجته. وأراد المهتمون بعد ذلك تمثيل المشكلات التي واجهوها والحلول التي قاموا بتصميمها، ومن هنا ظهرت المبادئ الأولى للهندسة، ليبدأ معها عصر ذهبي جديد من الابتكار، وذلك في منطقة البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط. لقد وضع **إقليدس** (Euclid) كتابه **العناصر** (Elements) عام 300 قبل الميلاد في المنطقة التي تُعرف حديثًا باسم اليونان، ويُعدُّ هذا الكتاب مرجعًا علميًا مؤثرًا في مجال الحساب والهندسة على مر العصور.



شكل 1.2: مضخة أو شادوف الماء أرخميدس

العصور الوسطى والعصر الذهبي الإسلامي
The Middle Ages - Islamic Golden Age

رَسخت الهندسة كمنهجية علمية في أوروبا حتى سقوط الإمبراطورية الرومانية، حيث وُظّفت في جميع مجالات الحياة بدءًا من تخطيط المدن، وحتى في الحروب والمعارك.

وبينما كانت معظم قارة أوروبا تغرق فيما أُطلق عليه اسم عصور الظلام في بداية القرون الوسطى، كانت منطقة الشرق الأوسط مختلفة تمامًا، فقد كانت تشهد ثورة علمية وكان العلماء والمهندسون العرب والمسلمون يحققون إنجازات كبيرة في مجالات عدة شملت الرياضيات، والفيزياء، والكيمياء، والأحياء. ونتيجة لتلك الريادة العلمية التي حققها العلماء والمهندسون المسلمون العرب، فقد تمكنوا من اختراع عدد لا يُحصى من الآلات وابتكروا حلولًا لأبرز مشكلات العصر في ذلك الوقت. وأُطلق على الفترة بين القرنين الثامن والرابع عشر الميلاديين اسم العصر الإسلامي الذهبي، حيث شهدت تلك الحقبة إنجازات عظيمة في الهندسة المعمارية والتخطيط المدني على يد المهندسين المسلمين والعرب، والتي لا يزال أثرها موجودًا حتى يومنا هذا.

يُعدُّ العالم إسماعيل الجزري (1136-1206م) من رواد الهندسة والرياضيات، وقد اشتهر بأجهزته الميكانيكية حتى أُطلق عليه حديثًا أبو الروبوتات. قام الجزري بتصميم الآلات وبنائها، والساعات الميكانيكية، وآلات رفع المياه، كما استخدم ما يُسمى بعمود الحدبات أو **عمود الكامات** (Camshaft) لأول مرة في التاريخ.

شكل 1.3: ساعة الفيل الشهيرة للجزري

عصر النهضة- عصر التنوير The Renaissance - Enlightment Era

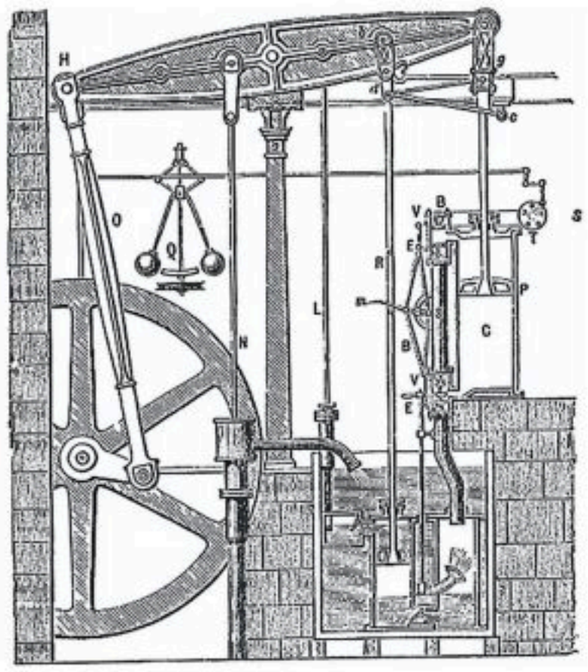
بينما كانت المناطق الأوروبية والأسيوية تغرق في عصور الظلام، وكان الشرق يشهد التطورات المتسارعة في مجالات العلم والهندسة والفلك، كان المهندسون في بلاد الشرق الأقصى والصين يعملون على اختراعات مختلفة أخرى، بما فيها الاختراعات الأربعة الكبرى وهي: البوصلة، وصناعة الورق، والطباعة، واختراع البارود. وصلت هذه الاختراعات إلى الغرب تدريجيًا عبر طريق الحرير وساهمت في تغيير التاريخ إلى الأبد.

أدى اختراع البارود إلى تغيير معايير الحروب بشكل كامل، وزاد اختراع البوصلة والطباعة من قدرة البشر على السفر والحركة وكذلك على الكتابة والنشر للفكر والمؤلفات. كانت هذه التطورات إيذانًا ببدء ما يُسمى بعصر النهضة، حيث تصدرت الهندسة والفن اهتمامات البشرية. ودفعت احتياجات التجارة والاحتياجات الحربية المهندسين في تلك الآونة إلى ابتكار أسلحة جديدة وتصميم وسائل حماية أفضل للمدن، مما أدى

شكل 1.4: آلة دافينشي الطائرة

إلى ظهور تقدم كبير في العمارة والبناء. يُعدُّ ليوناردو دافينشي من أبرز الشخصيات التي ظهرت في ذلك الوقت، ورغم شهرته كفنان؛ إلا أنه كان مهندسًا لامعًا صمم العديد من الاختراعات والآلات المعقدة. ولقد صنع دافينشي نموذجًا أوليًا للطائرة المروحية، وقد أظهرت الدراسات أنه بالإمكان لهذه الطائرة أن تحلق بالفعل، إذا صُنعت من مواد متطورة. خلال هذه الحقبة أدى غزو كلٍّ من الإمبراطورية المغولية والتميورية إلى إغلاق طريق الحرير، ولم يعد بالإمكان جلب السلع والمواد التجارية من الهند والصين.

العصر الصناعي The Industrial Era



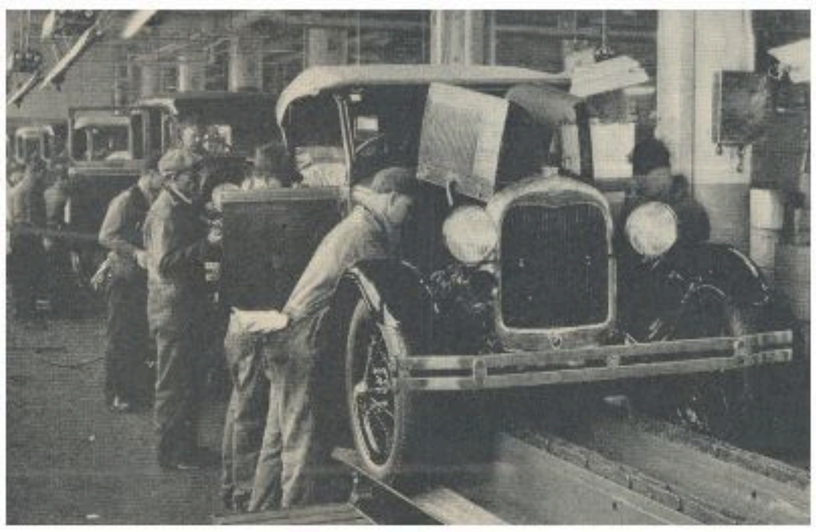
شكل 1.5: مخطط المحرك البخاري بواسطة بولتون وواط(Boulton and Watt)

تعين على المهندسين الأوروبيين تطوير الملاحة والنقل البحري للعثور على طرق بديلة للوصول إلى الهند والصين، وذلك لحل مشكلة إغلاق طريق الحرير. ولذلك صنع المهندسون الأوروبيون سفنًا ضخمة قادرة على السفر لمسافات وفترات طويلة، وأرسلت فرق استطلاعية للبحث عن طرق تجارية جديدة. نجح المستكشفون في اكتشاف قارة أمريكا على يد **كريستوفر كولمبس** (Christopher Columbus) في عام 1492م، ولكن ذلك مهَّد الطريق أمام بدء عصر جديد من الاستعمار والإمبريالية.

وساهم الذهب والفضة المستخرجان من القارة الأمريكية إلى مزيد من تقدم الإنجازات الهندسية في أوروبا، والتي مكَّنت مهندسيها من صنع أسلحة أكثر كفاءة، مما منح الدول الأوروبية في ذلك الحين ميزة تقنية على بقية العالم، واستطاعت من خلالها استعمار معظم دول العالم، ولكن ذلك مهد لبدء ثورة من نوع آخر.

اخترع جيمس واط عام 1776م المحرك البخاري، وتميز ذلك المحرك بقدرة كبيرة على توليد الحركة من خلال الطاقة الحرارية. وكان هذا الاختراع بداية ما يسمى الآن بالثورة الصناعية، والتي تميزت ببناء المصانع على نطاق واسع، مما أوجد الكثير من المشكلات التي تطلبت حلولًا هندسية مختلفة. واستمرت الابتكارات في مجالات الهندسة الميكانيكية والهندسة الكيميائية والهندسة الطبية الحيوية. واقتصر الحصول على البضائع المختلفة والأدوية قبل هذه الثورة على الطبقات الحاكمة والأغنياء، ولكنها أصبحت في متناول أيدي عامة الناس بعد ظهور الثورة الصناعية، وهكذا أحدث هذا التصنيع سلسلة متسارعة من التغيرات التقنية والاجتماعية أسرع من أي وقت مضى.

العصر الحديث The Modern Era



الشكل 1.6: خط تجميع شركة فورد موتور

لقد شهد القرن العشرين الكثير من الحروب والصراعات العالمية منذ بدايته، ورغم ذلك فقد توالت الاختراعات والتطورات في مجالات التصنيع والكيمياء والكهرباء، وكذلك التطورات الأبرز في الحوسبة والهندسة النووية. وعلى الرغم من أن هنري فورد لم يخترع السيارة، إلا أنه قد غيّر عملية التصنيع إلى الأبد من خلال إدخال مبدأ خط التجميع المتحرك في عام 1913م. وقد دفع السباق إلى الفضاء بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية العلماء والمهندسين لاختراع الأسلحة النووية وصواريخ الفضاء. ووضع المهندسون خلال تلك السنوات الأسس لكثير من التقنيات الحديثة المستخدمة في هذه الأيام تقريبًا. في التسعينات، بدأ عصر العولمة والذي تميز بحقبة جديدة من التعاون العالمي بين المهندسين في إعادة تشكيل جميع جوانب الحياة تقريبًا. فكل عقد ينقضي نرى فيه تطورًا -سريعًا- في جودة الحياة في معظم أنحاء العالم. إنك في عصر المعلومات، العصر الذي يشهد معالجة الذكاء الاصطناعي للبيانات الضخمة لتسخيرها في خدمة المهندسين في مجالاتهم المتنوعة، ولكن سيحتاج المهندسون إلى المزيد من الدعم لتدارك التحديات التي تواجهها الأجيال القادمة وعلى رأسها تغير المناخ والاحتباس الحراري وأزمة الطاقة الناجمة عن استنفاد الموارد الطبيعية. وكما هو الحال في كل زمان، تبرز هذه التحديات التي تستدعي حلولًا مبتكرة عبر المراحل المتكررة من التجارب التي يقودها العلماء والمهندسون مباشرة لمساعدة البشرية على المضي قدمًا.

مجالات الهندسة Engineering Fields

الهندسة الكيميائية Chemical Engineering

1. هندسة الكيمياء الحيوية Biochemical Engineering

يعمل مهندسو الكيمياء الحيوية في صناعات الأدوية والطاقة والأغذية والمشروبات، حيث يعملون على تطوير عقاقير وعلاجات جديدة لصالح شركات الأدوية، كما يبتكرون طرائقًا جديدة لإنتاج الأطعمة والمشروبات وحفظها، ويصممون طرائقًا جديدة لتكرير الوقود الأحفوري واستخراج وقود أنظف وأكثر كفاءة للمساعدة في تقليل انبعاث الملوثات في الجو.

2. الهندسة البيئية Environmental Engineering

في الوقت الحاضر، يُعدُّ هذا المجال ذو أهمية خاصة بسبب التقلبات المناخية التي بدأ تأثيرها يظهر على سكان الأرض، وكذلك لتدارك مشكلة نفاد الموارد الطبيعية في جميع أنحاء الكرة الأرضية.

يعمل مهندسو البيئة في إيجاد حلول مثالية للمشكلات البيئية المختلفة وخفض تأثيرها السلبي على البيئة. حيث بدأت العديد من الشركات والحكومات مشاريع جديدة، مع وضع التنمية المستدامة في الاعتبار، وهنا يبرز بشكل كبير دور مهندسي البيئة.

3. الهندسة النووية Nuclear Engineering

يُكلّف مهندسو الطاقة النووية بتطوير وسائل آمنة وفعّالة لتوليد الكهرباء من خلال الطاقة النووية وذلك لارتفاع تكلفة الوقود الأحفوري. ولكن هذه الطاقة قد تتحول إلى أسلحة دمار كارثية في حال استخدامها لأغراض عسكرية. والعمل قائم- في الوقت الحاضر- على بناء جيل جديد من محطات الطاقة النووية الآمنة، والتي تُنتج نفايات أقل خطرًا. وكذلك العمل قائم على ضمان عدم تحويل الطاقة النووية إلى أسلحة.

4. هندسة العمليات Process Engineering

يعمل مهندسو العمليات على تصميم وتحسين عمليات تحويل المواد الأولية للطاقة (الخام) إلى مواد مختلفه وأنواع أخرى من الطاقة. يُعدُّ تحويل المواد ومصادر الطاقة إلى مواد أخرى قابلة للاستهلاك أحد المراحل الأساسية لكل حل هندسي.

شكل 1.7: مصنع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية

الهندسة المدنية Civil Engineering

1. هندسة التشييد والإنشاءات Construction Engineering

يدير مهندسو التشييد عملية إنشاء المباني والمنشآت بأنواعها المختلفة، سواء كانت إنشاء مستودع صغير أو مطار دولي. كما يدير مهندسو التشييد فِرقًا كبيرة من مهندسي الإنشاءات الآخرين ومهندسي الكهرباء ومهندسي المواد. يمتلك مهندسو التشييد مهارات متطورة في إدارة المشاريع، مما يمكنهم من إدارة عمليات التواصل ونقل المعلومات مع رؤسائهم ومرؤسيهم للقيام بالعمل على أفضل وجه.

2. الهندسة الجيوتقنية Geotechnical Engineering

يُعدُّ المهندسون الجيوتقنيون أو الجيولوجيون مسؤولين عن القيام بعمليات التحليل المختلفة والتأكد من تطوير مشروعات البناء بأمان. وذلك من خلال رصد وتحليل وتجهيز أسطح التربة والصخور حيث يتم إنشاء الهياكل الرئيسة للأبنية والمنشآت. أحد الأمثلة على ذلك تحديد موقع وضع الأعمدة لأحد الجسور ليكون مستقرًا في حال حدوث زلزال. يعمل هؤلاء المهندسون عن قرب مع مهندسي التشييد للتأكد من أن جميع العمليات تتماشى مع الخطة المُعدة.

3. هندسة البلديات Municipal Engineering

مهندسو البلدية مسؤولون عن التخطيط الحضري والمدني، ويحللون المواقع الجغرافية واحتياجات المواطنين والشركات والمؤسسات ويحددون مواقع وجود الموارد والخدمات الضرورية للمدينة. فمثلًا، يحتاج مهندسو البلدية إلى الاطلاع على إمدادات الطاقة والمياه، والتخلص من النفايات، والتمييز بين المناطق السكنية والتجارية والصناعية وفق الضوابط والسياسات والمعايير الموجودة.

4. هندسة النقل Transportation Engineering

يحرص مهندسو النقل على التأكد من قدرة جميع مواطني المدينة أو المناطق السكنية من التنقل إلى وجهاتهم بسرعة وأمان. ويصمم هؤلاء المهندسون شبكات الطرق وخطوط الحافلات وأنظمة قطارات الأنفاق (المترو) تحت الأرض، كما يحللون بيانات حركة المرور في الشوارع باستمرار بهدف تحسينها وخفض الانبعاثات الحرارية والتلوث وبالطبع خفض تكلفة الوقود. ويعمل مهندسو النقل بشكل مباشر مع مهندسي البلدية والمهندسين الجيوتقنيين لتنسيق وملاءمة الحلول الخاصة بالنقل التي يطورونها مع التخطيط العام للمدن والطرق والبنية التحتية والإنشاءات المختلفة.

5. الهندسة المعمارية Architectural Engineering

يطبق المهندسون المعماريون مبادئ الهندسة والتفكير الإبداعي في تصميم مبانٍ تتسم بالجمال، والمرونة، والاستدامة، والأمان. يعمل هؤلاء المهندسون إلى جانب المهندسين الآخرين المنخرطين في عملية تصميم المباني وإنشائها كمهندسي الإنشاءات والكهرباء.

شكل 1.8: إنشاء قطار الأنفاق (المترو) في الرياض

هندسة الكهرباء والحاسب Electrical and Computer Engineering

1. هندسة الطاقة Power Engineering

هندسة الطاقة مجال متخصص للغاية ومهمته تحسين طرائق نقل الطاقة من مصادرها وتوزيعها. ويحتاج مهندسو الطاقة إلى إيجاد طرائق لتحويل جميع أنواع الطاقة التي يتم توليدها سواء من مصادر متجددة أو من الوقود الأحفوري إلى كهرباء جاهزة للاستخدام من خلال شبكات توزيع الطاقة. وفي الوقت الراهن تُستخدم الشبكات الذكية للتوزيع، وهي تقنية واعدة توفر الكثير من الطاقة والمال للمستهلكين في المنازل وفي مجالات الصناعة المختلفة.

2. هندسة الإلكترونيات Electronics Engineering

يهتم مهندسو الإلكترونيات ببحث مكونات الأنظمة الإلكترونية للتطبيقات التجارية أو العلمية وتصميمها وتطويرها واختبارها. فهم ينشئون الدوائر والمكونات الإلكترونية الخاصة بالاتصالات السلكية واللاسلكية والالتقاط الفضائي والصوتيات والأدوات والمتحكمات.

3. هندسة الآلات الدقيقة والتحكم Instrumentation Engineering

لدى مهندسي الآلات الدقيقة والتحكم واحدة من أهم الوظائف في عمليات التصنيع، فهم يقومون بتخطيط أنظمة الأتمتة وتصميمها ومراقبتها في بيئة التصنيع. وتتضمن مهنة هندسة الآلات الدقيقة والتحكم التعامل مع أجهزة القياس وأنظمة التحكم وكذلك برمجيات إدارة العمليات.

4. هندسة الاتصالات Telecommunications Engineering

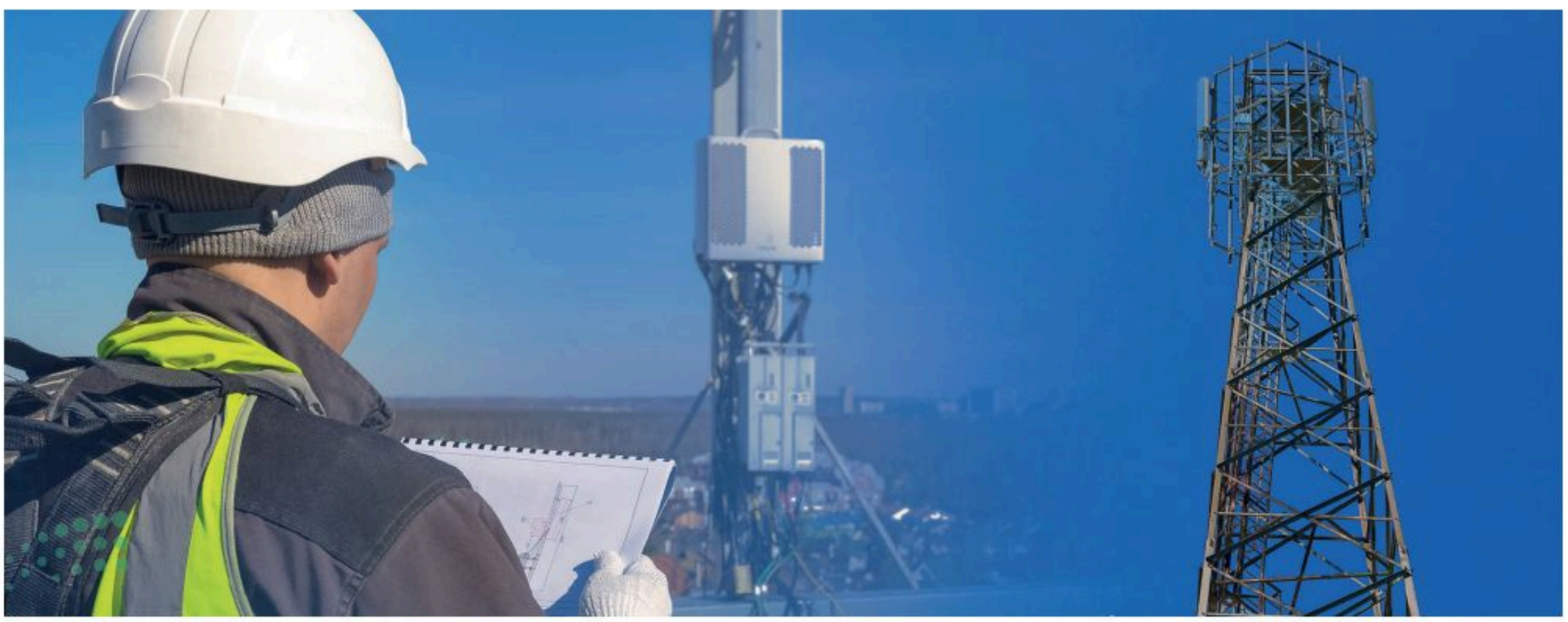
مع التطبيق المتزايد لتقنيات إنترنت الأشياء، أضحى مهندسو الاتصالات في طليعة رواد التقنية، وتركز مهنتهم على تصميم الحلول التي تسمح للأجهزة والأنظمة بالتواصل والعمل معًا. في الوقت الحاضر ومع ظهور شبكات الجيل الخامس وتقنيات **إيدج للذكاء الاصطناعي** (Edge AI) والرقائق العصبية والتقنيات المتقدمة الأخرى، يواجه مهندسو الاتصالات فرصًا وتحدياتٍ كبيرة لتغيير حياة البشر للأفضل في السنوات القادمة.

5. هندسة الحاسب Computer Engineering

تجمع هندسة الحاسب بين الهندسة الكهربائية وهندسة الإلكترونيات وعلوم الحاسب. يساهم مهندسو الحاسب في تطوير مجموعة واسعة من تقنيات الحاسب ودعمها مثل الرقائق الدقيقة والخوادم أو حتى الأجهزة الخاصة ببعض التقنيات الحاسوبية الحديثة مثل **أجهزة الحوسبة الكمية** (Quantum Computers). ويعمل مهندسو الحاسب مع قطاعات واسعة من الأعمال تشمل قطاع التصنيع، وقطاع الرعاية الصحية، وقطاع النقل.

6. هندسة البرمجيات Software Engineering

يوفر مهندسو البرمجيات حلولًا برمجية للتحديات العصرية المستمرة من خلال تطوير البرمجيات، ويكفي أن تعلم أن كل جهازٍ رقمي أو شبكي، توجد فيه برامج داخلية هامة تعمل بشكل مستمر لحماية الجهاز وتمكين المستخدِم من أداء المهام المطلوبة مما يجعل تطوير البرمجيات مجالًا مهمًا للغاية.



شكل 1.9: مهندس الاتصالات

الهندسة الميكانيكية Mechanical Engineering

1. الهندسة الميكانيكية Mechanical Engineering

يطبق المهندسون الميكانيكيون المبادئ الهندسية وتقنيات حل المشكلات من مرحلة التصميم إلى مرحلة التصنيع على المواد والآلات المختلفة، حيث يستخدمون مبادئ الحركة والطاقة والقوة لإيجاد الحلول التقنية بتكلفة معقولة، مع ضمان فعالية وموثوقية التصاميم التي يستحدثونها في نطاق أعمالهم المختلفة.

2. هندسة التصنيع Manufacturing Engineering

يركز مهندسو التصنيع على العمليات الخاصة بالإنتاج في المصانع، حيث يهدف عملهم إلى خفض التكلفة وتحسين جودة الإنتاج والقدرة الإنتاجية للمصانع على تصنيع منتجات مستدامة بيئيًا ومنافسة تجاريًا.

3. الهندسة الصناعية Industrial Engineering

يُكلف المهندسون الصناعيون بتصميم وتحسين البيئات الصناعية المعقدة مع مراعاة ضوابط بيئة العمل والقدرة التصنيعية. يجب أن يوازن المهندسون الصناعيون بين مجموعة واسعة من المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والتصنيعية المترابطة لتحقيق أفضل النتائج.

4. هندسة المواد Materials Engineering

تُعدُّ هندسة المواد واحدةً من أهم المهن في المجال الهندسي. يختص مهندسو المواد بتصميم مواد جديدة وإنتاجها بخصائص غير موجودة عادة في الطبيعة، واكتشاف مواد جديدة يولّد بيئة محفزة لعمل التجارب التي قد ينتج عنها منتجات لم تكن ممكنة في ظل ظروف التجارب العادية. وتتعلق أبحاثهم بالمواد والمكونات المختلفة مثل: المعادن، والبلاستيك، والسيراميك، والمواد النانوية.

5. هندسة المركبات Automotive Engineering

هندسة المركبات مجال متخصص في تصميم المركبات وإنتاجها. يطور مهندسو المركبات مركبات أكثر أمانًا وكفاءة وذلك من خلال الأبحاث المبتكرة حول الطرق الذكية وتقنيات القيادة الذاتية. ومع ازدياد استخدام الطاقة المتجددة وظهور المدن الذكية، أضحت وسائل النقل جزءًا لا يتجزأ من البنية التحتية للمدن. ويعمل مهندسو المركبات في الوقت الحالي على تصميم وسائل النقل المستقبلية التي تتوافق مع حاجات الاستدامة والبيئة.

6. الهندسة الصوتية Acoustical Engineering

يعمل مهندسو الصوت بشكل عام في الصناعة المتعلقة بالفنون، وهم مسؤولون عن التعامل مع المعدات الصوتية وهندسة المسارح وضبط أنظمة الصوت ووسائل التحكم به في الأماكن المفتوحة والمغلقة.

7. هندسة الطيران Aerospace Engineering

يشارك مهندسو الطيران في تصميم وصناعة الطائرات بأنواعها المختلفة وكذلك المركبات الفضائية. ويزداد الطلب على هذه المهنة في الوقت الحاضر بسبب اهتمام شركات الطيران بتقنية الطائرات التي تفوق سرعة الصوت والطائرات ذات الاستهلاك المنخفض للوقود، وقد طرأ ازدياد ملحوظ في الآونة الأخيرة على تمويل مهمات الفضاء ونشر الأقمار الصناعية من قبل القطاع الخاص.

الشكل 1.10: مهندس الطائرات المسيرة يدون طيار

الفرص الوظيفية في الهندسة Engineering Career Opportunities

توفر الهندسة مجموعة كبيرة من الفرص الوظيفية، حيث يمكن للمهندسين في نفس المجال والتخصص العمل في وظائف ومجالات مختلفة. كما يُشار هنا إلى أهم الفرص الوظيفية المتاحة للمهندسين.

البحث والتطوير Research and Development

العمل في قسم البحث والتطوير يمكنك من تحويل الأفكار إلى منتجات ملموسة. ولتحقيق ذلك؛ يتعين عليك البحث عن مواد جديدة محتملة يُمكن استخدامها، ودراسة إمكانيات تحسين العمليات الحالية، وابتكار عمليات جديدة، والتأكد من أن المنتج يُصنع ويُباع بأسعار تنافسية، ويجب أن يكون منتجك النهائي عمليًا ومناسبًا لغرضه.

التصميم Design

بصفتك مهندسًا، تكون مكلفًا بأخذ المعلومات المستمدة من قسم البحث والتطوير والعمل على تصميم منتج يخدم الغرض المحدد له، ويجب أن يكون المنتج المحدد مجديًا ماليًا ومنافسًا تجاريًا. ستنتج في مرحلة التصميم مخططات ونماذج أولية مصنوعة باستخدام أدوات **التصميم بمساعدة الحاسب** (Computer Aided Design - CAD) وطرائق المحاكاة الأخرى.

التخطيط Planning

يُعدُّ التخطيط الخطوة الأخيرة قبل البدء بتصنيع المنتج. وستكون مسؤولًا عن مواد التصنيع المطلوبة ومعداتها، وستضع الخطط اللازمة لتنفيذ جميع الخطوات اللازمة لإنشاء منتج ذي موثوقية وتكلفة معقولة.

الإنتاج Production

بصفتك مهندس إنتاج، ستستفيد من أعمال زملائك في أقسام البحث والتطوير والتصميم والتخطيط، وستكون مسؤوليتك مباشرة في مرحلة الإنتاج الفعلي بحيث تحتاج إلى التأكد من: توافر المواد الصحيحة، وصحة الخطط، ووجود المعدات والأدوات المناسبة، وإمكانية تصنيع المنتج ضمن القيود المالية والزمنية المحددة.

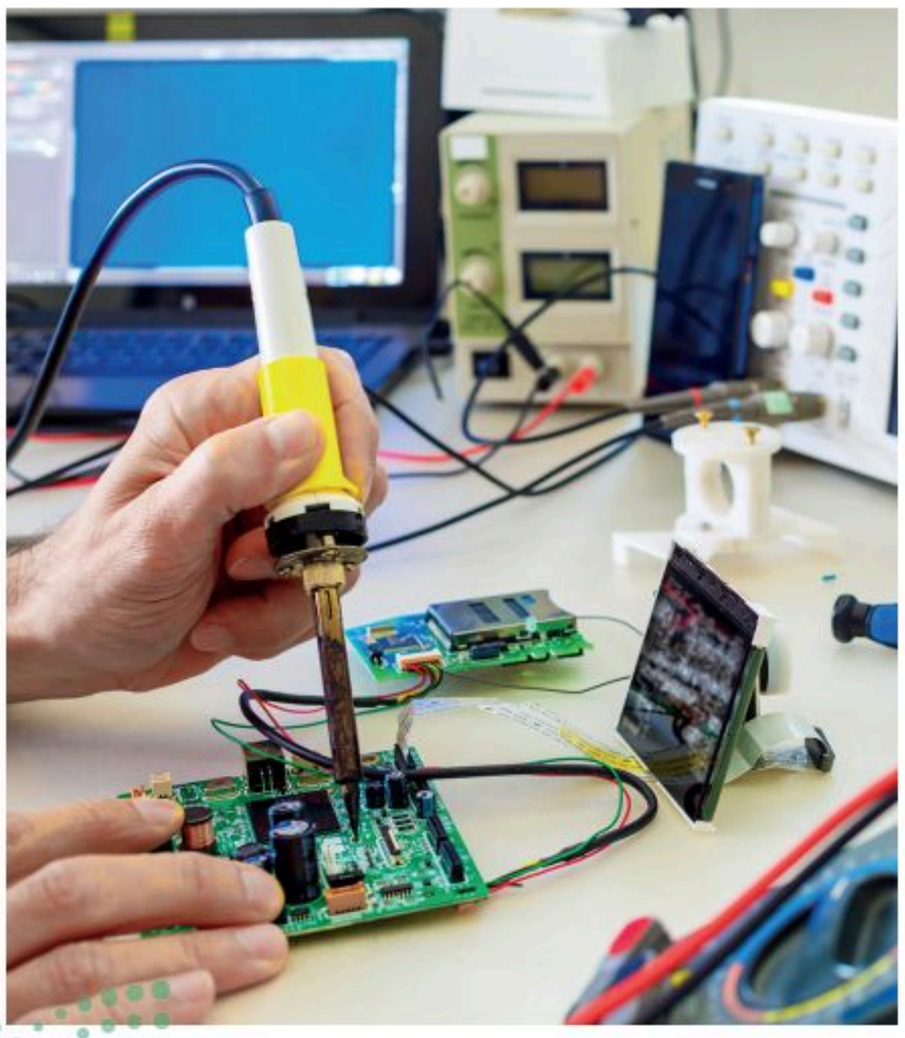
التركيب Installation

في حالة وجود أنظمة أو أجهزة معقدة، يرتكز عمل مهندس التركيبات على عمليات التركيب والتثبيت والإعداد، بصفتك مهندس تركيبات سيكون عليك القيام بعملية تركيب المنتج والتأكد من عمله بالطريقة الصحيحة بالإضافة إلى عمليات الصيانة.

مراقبة الجودة Quality Control

تُعدُّ مراقبة الجودة أو ضمانها جزءًا مهمًا من دورة حياة المنتج أو النظام، ويتم في كل مرحلة من مراحل تطوير المنتج إجراء العديد من التجارب. بصفتك مهندس مراقبة الجودة، ستفحص المواد، وتتحقق من دقة الأبعاد والقياسات، وتجري التجارب المختلفة على المنتج في ظروف مختلفة وأحيانًا قاسية، وذلك لاختبار قدرته على التحمل مثلًا.

ستساعدك المراقبة أيضًا على تحليل بيانات الاستخدام والتنبؤ بالأخطاء حتى بعد بيع المنتج. وتُعدُّ مراقبة الجودة عملية مكلفة للغاية، كما وقد تستغرق وقتًا طويلًا، ولكن من ناحية أخرى فهي مفيدة ماليًا حيث أن المؤسسة التي تولي اهتمامًا خاصًا بمراقبة الجودة توفر المال والوقت اللازم لإجراء التعديلات أو التصحيحات بعد بيع المنتج.



الشكل 1.11: منضدة البحث والتطوير الخاصة بالإلكترونيات

التسويق والمبيعات Marketing and Sales

سواء كان في المؤسسة قسم للتسويق الداخلي، أو تمت الاستعانة بمصادر خارجية للتسويق، فإن التواصل مع الأقسام الهندسية يُعدُّ أمرًا بالغ الأهمية للقيام بحملات تسويق ومبيعات ناجحة. ستُكلف بشرح صفات المنتج والمزايا التنافسية لمختصي التسويق والمبيعات الذين عليهم شرح ذلك للمستهلكين.

الدعم الفني وخدمة العملاء Customer Service and Support

قد يحدث خلل معين وأعطال أثناء استخدام منتج أو نظام ما، كذلك توجد آلات معقدة تحتاج إلى عمليات صيانة في فترات زمنية محددة في الكثير من الحالات. سيحتاج العملاء إلى توافر الدعم لتشخيص المشكلة وحلها. بصفتك مهندسًا لديه معرفة عميقة بالمنتج أو بالنظام نفسه، ستحتاج إلى وضع خطط لإجراء الصيانة المناسبة والعمل مع الفنيين المشتركين في هذه العملية.

شكل 1.12: مهندس كهربائي يعمل في مجال الطاقة المتجددة

التحديات المستقبلية Future Challenges

من التحديات الرئيسة التي سيتعرض لها المهندسون في السنوات القادمة وجود مشكلات تتعلق بعدة مجالات، مما يتطلب المزيد من التفكير الإبداعي والتعاون مع الآخرين كما هو موضّح في الجدول 1.1 أدناه.

جدول 1.1: التحديات المستقبلية

التأثير الملحوظ لتغيرات المناخ على الكرة الأرضية في العقود الأخيرة.	يهدد ارتفاع درجات الحرارة وتصاعد مستويات سطح البحر في المدن الساحلية بإعاقة شبكات النقل. سيحتاج المهندسون إلى العمل على إيجاد الحلول التي تحد من ارتفاع درجات الحرارة وتقدّم للمجتمع الأدوات اللازمة للتكيف مع الظروف المتغيرة.
الموارد الطبيعية ليست دائمة.	لقد أثبت استخدام موارد الطاقة المتجددة فعاليته، وحققت بعض البلدان إنجازات كبيرة في تحويل استهلاك الطاقة إلى مصادر الطاقة المتجددة. يحتاج المهندسون إلى ابتكار أنظمة موفرة للطاقة وتوسيع البُنى التحتية للطاقة المتجددة. تؤدي هذه الحلول إلى تقليل الانبعاثات، وتساهم في الحد من آثار تغير المناخ.
أصبح المجتمع الحديث عرضة للأوبئة التي تؤثر على جميع جوانب الحياة.	يجب نشر وحدات الرعاية الطبية المجهزة للتعامل مع كافة الاحتمالات، كما يجب أن تساعد الأجهزة المختبرية في تطوير لقاحات جديدة، ويتعين على المهندسين إيجاد حلول ناجحة لكلا الأمرين.
تأمين الفضاء السيبراني وحماية الخصوصية.	تترابط جميع التطبيقات الحديثة معًا وتُشكل أنظمة تبادل للبيانات الهامة والسرية. ويحتاج مهندسو الحاسب والشبكات والبرمجيات إلى التأكد من أن هذه الأنظمة آمنة وليست عرضة لقراصنة الإنترنت.
نقص الغذاء بسبب الزيادة السكانية.	يتزايد عدد سكان العالم باطّراد، مما يُبرز الحاجة إلى توفير كميات إضافية من المواد الغذائية بتكلفة معقولة. يجب أن يساهم المهندسون الكيميائيون في تحسين عمليات إنتاج الأغذية ومعالجتها وضمان توفير إمدادات غذائية كافية لجميع البلدان.
الرعاية الصحية وتوفرها للجميع.	بينما يرتفع متوسط عمر البشر تزداد تكلفة علاج العديد من الأمراض، مما يؤدي إلى إحداث خلل في الوصول إلى الرعاية الصحية اللازمة في الوقت المناسب، ولذلك يتولى المهندسون اختراع المعدات والعلاجات الطبية وتطويرها لتوفير رعاية صحية في متناول جميع الأشخاص بغض النظر عن أوضاعهم الاجتماعية، وقدراتهم المالية.

أهمية الهندسة The Importance of Engineering

إيجاد حلول للمشكلات من خلال الهندسة Problem Solving with Engineering

تحيط بك التحديات من كل مكان، فالتغيرات البيئية والاجتماعية تحدث بشكل أسرع من أي وقت مضى. تغطي المهن المختلفة في مجال الهندسة مجموعة واسعة من التخصصات، ويحتاج المهندسون إلى العمل بصورة تعاونية للوصول إلى حلول مُثلى للمشكلات المعقدة. وعلى مدار التاريخ، أدى ظهور المشكلات والتحديات الكبرى إلى حدوث تقدم في العلوم والتقنية، فكانت الهندسة هي الركيزة التي وفرت الحلول لتلك المشكلات.

تُعدُّ دراسة الهندسة والتخصص بها سببًا في إيجاد أشخاص قادرين على التأثير بشكل إيجابي على المجتمعات والدول والمجتمع العالمي.

تحسين جودة الحياة من خلال الهندسة Improving Quality of Life with Engineering

تحسنت جودة الحياة منذ بدء البشر في استخدام الهندسة لحل المشكلات البسيطة والمعقدة.

ومع ذلك، فقد تباين معدل التقدم على مر العصور. أدى ظهور الإنترنت في السنوات الثلاثين الماضية والتعاون العالمي بين العلماء والمهندسين وتبادل المعرفة الواسعة إلى زيادة وتيرة البحث والتطوير وبالتالي ظهرت المزيد من الاختراعات الجديدة.

لا يمكن مثلًا لشخص عاش قبل 100 عام من الآن أن يتخيل نوعية حياة البشر الآن. سمحت وسائل النقل الحديثة للناس بالحركة بحرية وسرعة في جميع أنحاء العالم، فالرحلة التي كانت تستغرق أسابيعَ أو أشهرًا تكتمل الآن في بضع ساعات، وكما أضحى بالإمكان أن يعيش الناس في الدول ذات الشتاء القارص أو الصيف الحار مع ظروف كانت غير مواتية في الماضي وأصبح ممكنًا التغلب على هذه الظروف بواسطة أجهزة التدفئة والتكييف.

يمكن للبشر التواصل مع بعضهم من أي مكان في العالم من خلال تطبيقات الدردشة أو مكالمات الفيديو، وأصبح من الممكن العمل عن بُعد من خلال تطبيقات مؤتمرات الفيديو المتقدمة، مما أحدث تطورًا هائلًا في بيئة العمل.

يمكن القول أيضًا أن التقنيات الحيوية التي ساهمت في إنتاج المزيد من الحبوب والمنتجات الغذائية الأخرى ساهمت بشكل ملحوظ في القضاء بشكل شبه كامل على ظاهرة المجاعات حول العالم. وساهمت الأجهزة الطبية الحديثة وتقنية الطب الإلكتروني والطب عن بُعد في إنقاذ المزيد من الأرواح.

إن جودة الحياة تتحسن باستمرار مع أحدث التطورات التقنية الموجودة والمستقبلية.

شكل 1.13: حافلة كهربائية صغيرة

أهمية المهن المتعلقة بالحوسبة The Importance of Jobs Related to Computing

أدت التطورات التقنية في الحوسبة إلى نشوء العديد من المهن المتعلقة بالهندسة والحواسيب وشبكاتها. وتنبع أهمية هذه المهن لكثرة استخدام أجهزة الحاسب في كل نواحي الحياة.

بعض المهن الهندسية الأكثر شيوعًا والمتعلقة بالحاسب هي:

- مهندس اتصالات.
- مهندس البرمجيات.
- مهندس إنترنت الأشياء.
- مهندس الأمن السيبراني.
- مصمم النظم.
- مسؤول قاعدة البيانات.
- مهندس النظم.
- مهندس الدعم الفني.

و تشير بعض هذه المهن إلى العمل مع أجزاء أجهزة الحاسب، ويشير البعض الآخر إلى العمل مع البرمجيات، ولكن جميعها تتطلب توفر مهارات وعقلية المهندس.

الفرق بين مهندس الحاسب ومهندس البرمجيات Computer Engineer versus Software Engineer

هناك اعتقاد بأن مسمى مهندس الحاسب ومهندس البرمجيات مترادفان، وقد يكون هناك أساس مُشترك في دراسة أحد هذين التخصصين من حيث المفاهيم الأساسية لعلم الحاسب، ولكن الدور الذي يقوم به كلٌّ منهما مختلف عند التطبيق.

مهندس الحاسب (Computer Engineer):

يركز بشكل أساسي على تصميم الأجهزة، وتخطيط البنية التحتية للحاسب وعمليات الاتصال.

مهندس البرمجيات (Software Engineer):

يُكلف بتطوير وتنفيذ منصات العمل والتطبيقات البرمجية.

الشكل 1.14: مهندسة برمجيات

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. الهندسة هي تطبيق العلم في حل المشكلات.		
2. تعتمد الهندسة على مبدأ استخدام الرياضيات والعلوم والتفكير الإبداعي في إيجاد حلول للمشكلات المعقدة متعددة التخصصات.		
3. اعتُبرت الهندسة جزءًا من حياة الإنسان منذ اختراع الزراعة.		
4. تمثلت الاختراعات الأربعة الكبرى في اختراع البوصلة، وصناعة الورق، والطباعة، والحاسب.		
5. تواجه الأجيال القادمة بعضًا من أهم التحديات مثل التغير المناخي وأزمة الطاقة والتعرض للأوبئة.		
6. هندسة المواد هي أحد مجالات الهندسة الميكانيكية.		
7. هندسة الطاقة هي أحد مجالات الهندسة الكهربائية.		
8. يتعين على المهندس في قسم التصميم إنتاج مخططات ونماذج أولية مصنوعة باستخدام أدوات التصميم بمساعدة الحاسب والمحاكاة.		
9. تُعدُّ مراقبة الجودة عملية مكلفة وتستغرق وقتًا طويلًا، لكنها مفيدة من الناحية المالية لأنها توفر المال والوقت المستغرق في إجراء التعديلات والإصلاحات بعد بيع المنتج.		
10. تُعدُّ وظيفة مسؤول قاعدة البيانات مهنة هندسية مرتبطة بالحاسب.		

2 وضِّح المقصود بمصطلح الهندسة.

3 صِف وقارن بين المجالات المتعددة للهندسة الكهربائية.

4 أنشئ جدولًا بالتحديات الرئيسة التي سيواجهها المهندسون في السنوات القادمة.

_____

_____

_____

_____

_____

5 ما مدى تأثير العصر الإسلامي الذهبي على تطور علم الهندسة؟ ابحث في الإنترنت عن معلومات حول اختراع طواحين الهواء الأفقية في تلك الحُقبة الزمنية.

_____

_____

_____

_____

_____

6 مما تعلمته سابقًا، اذكر ثلاث مهن معرضة للاختفاء في السنوات القليلة القادمة، واذكر ثلاث مهن تعتقد بأنها أكثر أهمية منها.

_____

_____

_____

_____

_____

7 ما التحديات المستقبلية المُلحة التي سيواجهها العالم في اعتقادك؟ وما المهن الهندسية التي تعتقد بأنها قادرة على التغلب عليها؟ ابحث في الإنترنت عن الجامعات التي توفر هذا التخصص في مجال الهندسة، وكذلك في مجال الدراسات العليا.

_____

_____

_____

_____

8 اشرح دور رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في إيجاد حلول للتحديات العالمية، وكيف يمكن للمهندسين السعوديين تقديم رؤى أفضل للمجتمع؟

_____

_____

_____

_____

_____

المشروع

1 **افترض** أنك بحاجة إلى اتخاذ قرار بشأن اختيار أحد تخصصات الهندسة الذي ترغب في الالتحاق به. بالاستعانة بمصادر المعلومات قم بالبحث حول تاريخ هذا التخصص ومدى الحاجة إليه في الوقت الحاضر.

2 **بشكل أكثر تحديدًا**، عليك الإجابة عن أسئلة مثل:

- **ما** الحدث أو الابتكار الذي أثار فضولك لاختيار هذا المجال الهندسي؟
- **كيف** يمكن لهذا المجال الهندسي أن يتطور؟

3 **أنشئ** عرضًا تقديميًا باستخدام **مايكروسوفت باوربوينت** (Microsoft PowerPoint) مُدعمًا بالمعلومات التي حصلت عليها لعرض المجال الهندسي الذي اخترته.

ماذا تعلّمت

> مصطلح الهندسة.
> تاريخ الهندسة المختلفة ومجالاتها.
> فرص العمل وأغراض الهندسة وتحدياتها.
> تحسين الحياة وأهمية الوظائف المتعلقة بالحاسب.
> الفرق بين مهندس الحاسب ومهندس البرمجيات.

المصطلحات الرئيسة

Acoustical Engineering	الهندسة الصوتية	Instrumentation Engineering	هندسة الآلات الدقيقة والتحكم
Aerospace Engineering	هندسة الطيران	Manufacturing Engineering	هندسة التصنيع
Architectural Engineering	الهندسة المعمارية	Materials Engineering	هندسة المواد
Automotive Engineering	هندسة المركبات	Mechanical Engineering	الهندسة الميكانيكية
Chemical Engineering	الهندسة الكيميائية	Municipal Engineering	هندسة البلديات
Civil Engineering	الهندسة المدنية	Nuclear Engineering	الهندسة النووية
Computer Engineering	هندسة الحاسب	Power Engineering	هندسة الطاقة
Construction Engineering	هندسة التشييد والإنشاءات	Process Engineering	هندسة العمليات
Electrical Engineering	الهندسة الكهربائية	Software Engineering	هندسة البرمجيات
Electronics Engineering	هندسة الإلكترونيات	Telecommunications Engineering	هندسة الاتصالات
Environmental Engineering	الهندسة البيئية	Transportation Engineering	هندسة النقل
Industrial Engineering	الهندسة الصناعية		

2. الهندسة الكهربائية

سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على أساسيات الدوائر الكهربائية. وسيتعرّف أيضًا على الأنواع المختلفة للدوائر الكهربائية. وختامًا، سيستخدم الطالب أحد برامج محاكاة الدوائر الكهربائية لفهم آلية عمل هذه الدوائر.

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يصف الخصائص الأساسية للدوائر ووحدات القياس الكهربائية المختلفة.
- يُميِّز بين التيار الكهربائي المستمر والمتردد.
- يُطبِّق قانون أوم على الدوائر الكهربائية.
- يتعرّف على طرائق توصيل المقاومات في دائرة كهربائية.
- يُصمِّم الدوائر الكهربائية.
- يُحاكي الدوائر الكهربائية باستخدام برنامج ملتي سيم لايف (Multisim Live).

الأدوات

- برنامج ملتي سيم لايف (Multisim Live)

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

الدائرة الكهربائية

أساسيات الكهرباء The Basics of Electricity

ستتعرف في هذا الدرس على بعض المفاهيم الأساسية المستخدمة في تصميم الدوائر الكهربائية، ودراسة وظائفها.

التيار الكهربائي Current

يتكون التيار الكهربائي في الموصلات المعدنية نتيجة سريان **الإلكترونات** (electrons - e^-)، وهي جسيمات صغيرة جدًا تحمل شحنة كهربائية سالبة (-)، ويتحرك التيار الكهربائي بسرعة عالية جدًا.

الأمبير Amperes

ابتكر **أندريه ماري أمبير** (André-Marie Ampère) هذا المفهوم لمعرفة عدد الإلكترونات المارة عبر نقطة في الدائرة في وحدة زمنية واحدة، وأطلق على هذا المفهوم اسم التيار الكهربائي، أو شدة التيار (Intensity of current- I)، ويقاس بوحدة **الأمبير** (A).

حيث 1 **أمبير** = 1 **كولوم** / 1 **ثانية**.

$$1A = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ second}}$$

فرق الجهد Voltage

لكي يتحرك التيار الكهربائي في دائرة، يحتاج إلى وجود **فرق موضعي** يُدعى **فرق الجهد** (Voltage - V). يوضِّح لنا فرق الجهد مقدار الطاقة المستخدمة لتحريك واحد كولوم من الشحنة الكهربائية داخل الدائرة. حيث أن 1 **فولت** = 1 **جول** / 1 **كولوم**.

$$1V = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$$

لمحة سريعة

فرق الجهد هو وحدة قياس الجهد الكهربائي، ويقاس بالفولت (V)، ويُشار إلى 1 فولت بالرمز 1V والذي يشير إلى أن تيارًا كهربائيًا قدره **1 أمبير** (1A) يمر عبر مقاومة **1 أوم** (Ω).

جدول 2.1: الكميات الكهربائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
الطاقة الكهربائية	جول (J)
الشحنة الكهربائية	كولوم (C)
التيار الكهربائي	أمبير (A)
الجهد الكهربائي	فولت (V)
المقاومة الكهربائية	أوم (Ω)
القدرة الكهربائية	واط (W)

تُصنع مكونات الدائرة الكهربائية من مواد تجعل من حركة الإلكترونات سهلة، أي أنها تسمح للتيار الكهربائي بالمرور من خلالها، ويُطلق على هذه المواد اسم الموصلات، ومن أمثلتها المعادن.

المكونات الأساسية للدائرة الكهربائية

Core Hardware Components of an Electrical Circuit

مصدر الطاقة Power Source

يمكن تحقيق فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة الكهربائية من خلال مصدر الطاقة. ويعمل المصدر على نقل الإلكترونات من نقطة في الدائرة إلى أخرى، ثم يُنشئ قطبين أحدهما موجب(+) يستقطب الإلكترونات والآخر سالب (−) يُصدرها .

يجب تحقيق الاتزان في كميات الإلكترونات داخل الدائرة، ويتحقق ذلك بسحب الإلكترونات من القطب السالب (−) إلى القطب الموجب (+)، مما يولِّد الطاقة الكهربائية.

قد يكون مصدر الطاقة بطارية أو مولدًا كهربائيًا.

التيار المتردد Alternating Current (AC)

والتيار المستمر Direct Current (DC)

في مصدر الجهد يتحرك **التيار الكهربائي المستمر** (DC) باتجاه ثابت من القطب السالب إلى القطب الموجب، وأما في حالة **التيار الكهربائي المتردد** (AC) فيتحرك التيار الكهربائي باتجاه متناوب ذهابًا وإيابًا بين القطبين.

ويتدفق التيار المستمر عادةً بجهد منخفض، وتتحرك الإلكترونات من القطب السالب (−) إلى القطب الموجب (+)، ولكن الحركة التقليدية للتيار تكون من الموجب (+) إلى السالب (−).

تستخدم شبكة توزيع الكهرباء في المُدن تيارًا مترددًا عالي الجهد في أعمال الإضاءة وتشغيل الأجهزة المنزلية، ولكن تحتاج الأجهزة الكهربائية مثل أجهزة الحاسب والهواتف الذكية إلى تيار مستمر منخفض الجهد، ولذلك تُستخدم مزودات الطاقة لتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر منخفض الجهد.

المقاومة الكهربائية Resistor

وكما تمت الإشارة سابقًا، فإن التيار الكهربائي هو ببساطة عبارة عن حركة الإلكترونات داخل موصل كهربائي.

وكما يدل اسمها، فإن المقاومة الكهربائية (R) تقاوم حركة الإلكترونات، فهي لا توقف حركتها، ولكنها تُبطئها فقط. وكلما تحركت الإلكترونات بشكل أسرع ازدادت كمية التيار المار في الدائرة.

جزء من الطاقة التي تحملها الإلكترونات يتحول إلى طاقة حرارية عند مرورها بالمقاومة.

تُقاس المقاومة الكهربائية بوحدة **الأوم** ويرمز لها بالرمز (Ω) والتي ترتبط بالتيار والجهد. لذلك فإن 1 أوم يمثل قيمة مقاومة الدائرة الكهربائية عند تطبيق 1 فولت على الدائرة بواسطة تيار كهربائي قدره 1 أمبير، حيث 1 أوم = 1 فولت / 1 أمبير.

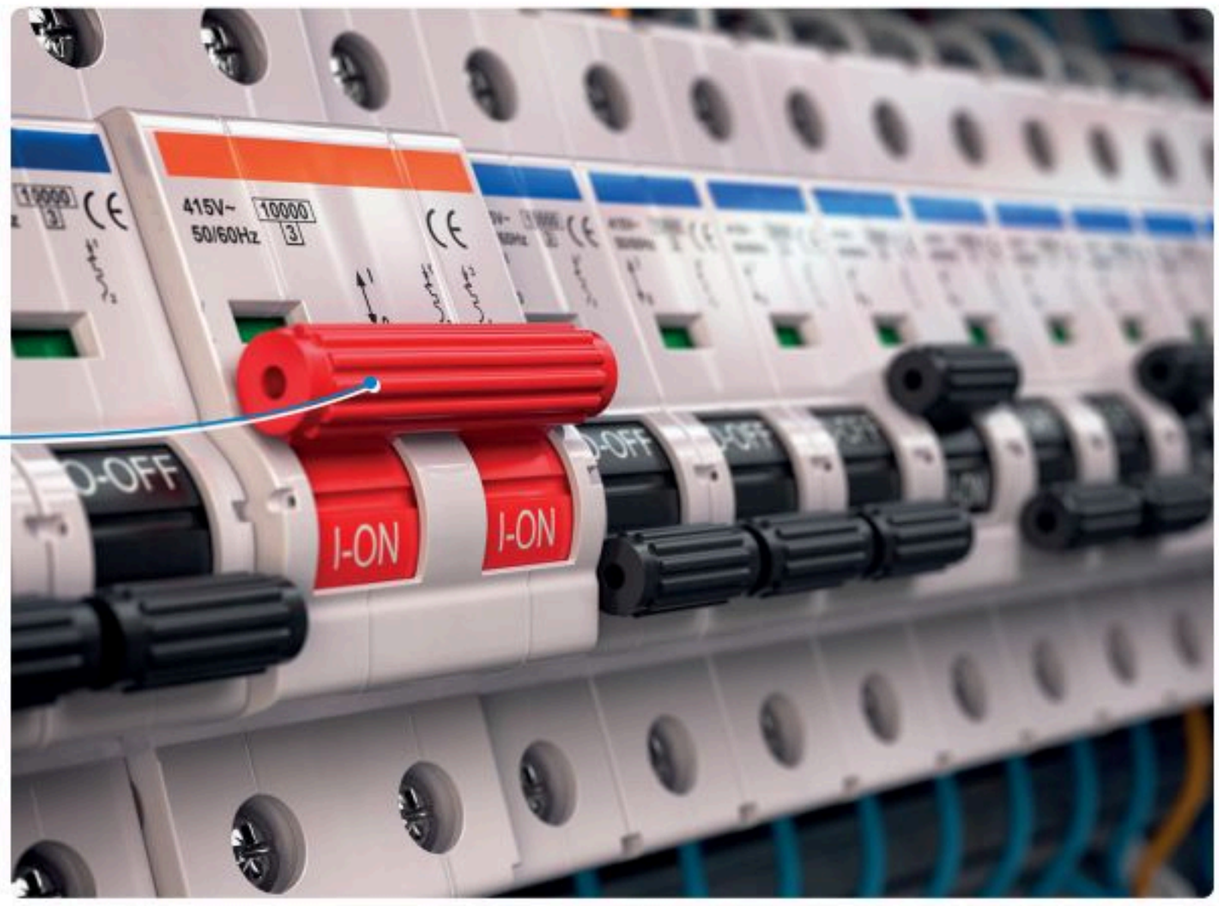
$$1\Omega = \frac{1\ V}{1\ A}$$

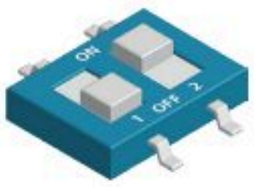
شكل 2.1: صورة حقيقية للمقاومة

إذا وُجدت مقاومتان أو أكثر في الدائرة، يتم تسميتها على الترتيب R1 و R2 و R3.

المفتاح Switch

يُستخدم مفتاح أو قاطع كهربائي في كل دائرة للتحكم بها بصرف النظر إن كان بها طاقة كهربائية أم لا.





شكل 2.2: أنواع مختلفة من المفاتيح وقواطع الدوائر

معلومة

يُشار إلى المقاومة بالحرف اليوناني **أوميغا** (Ω)، وتقاس قيمتها بوحدة الأوم، وكلما زادت قيمة الأوم، زادت قيمة المقاومة.

شكل 2.3: جهاز ملتميتر حقيقي

أدوات قياس الكميات الكهربائية

اختُرعت العديد من الأدوات الخاصة لقياس الكميات الكهربائية لتزودك بنظرة شاملة حول الدائرة الكهربائية، ومن هذه الأجهزة:

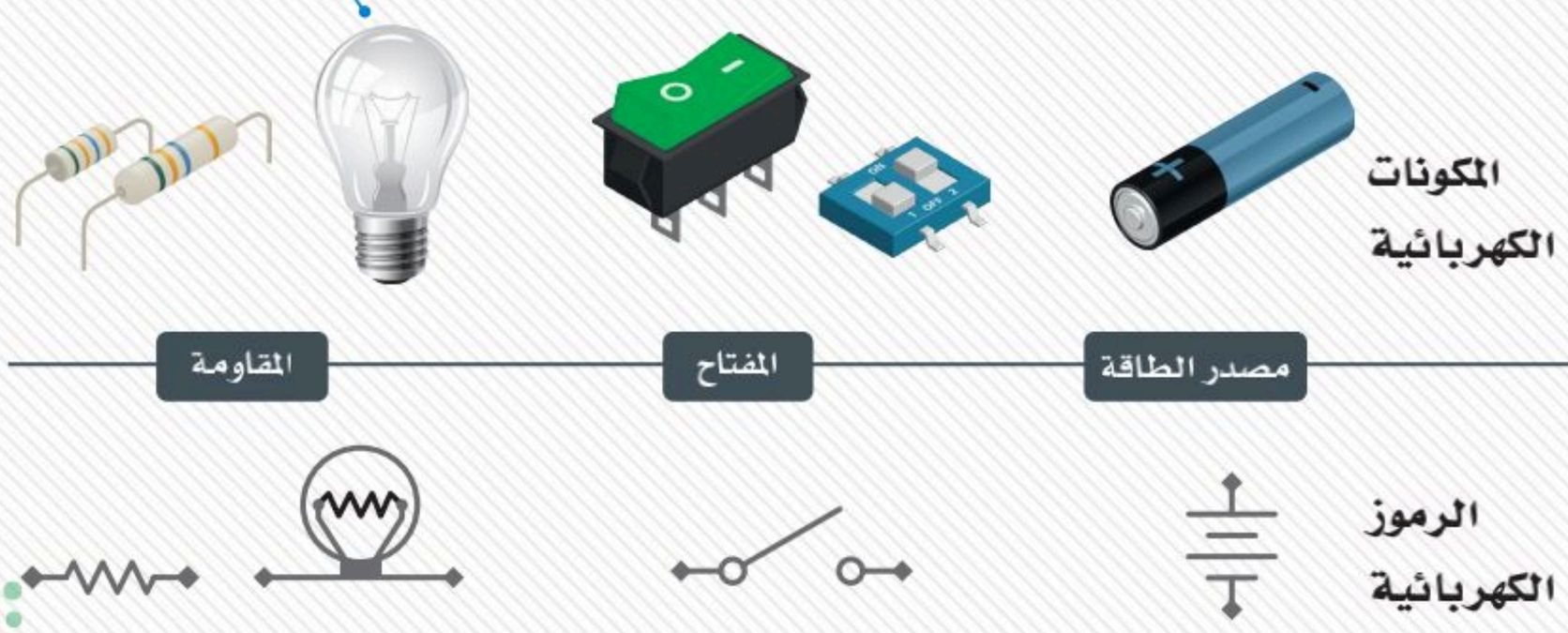
- **الفولتميتر** (Voltmeter): جهاز قياس فرق الجهد ويتم توصيله بالتوازي مع الموصل ليقيس فرق الجهد عبر طرفيه.
- **الأميتر** (Ammeter): جهاز قياس شدة التيار ويتم توصيله على التوالي مع الموصل ليقيس شدة التيار المار خلاله.
- **الأوميتر** (Ohmmeter): جهاز قياس المقاومة ويقيس مقاومة الموصل.
- **الملتميتر**(Multimeter): جهاز قياس متعدد المهام يمكن استخدامه لقياس فرق الجهد وشدة التيار والمقاومة.

الملتميتر هو جهاز يمكنه قياس قيم التيار وفرق الجهد والمقاومة في أجزاء مختلفة من الدائرة الكهربائية، ويُستخدم بشكل أساسي لتشخيص الأخطاء واكتشافها.

يُعدّ المصباح الكهربائي مقاومة.

مكونات الدائرة الكهربائية Electrical Circuit Components

قبل إنشائك أول دائرة كهربائية، ستتعرف على المكونات الأساسية المطلوبة:



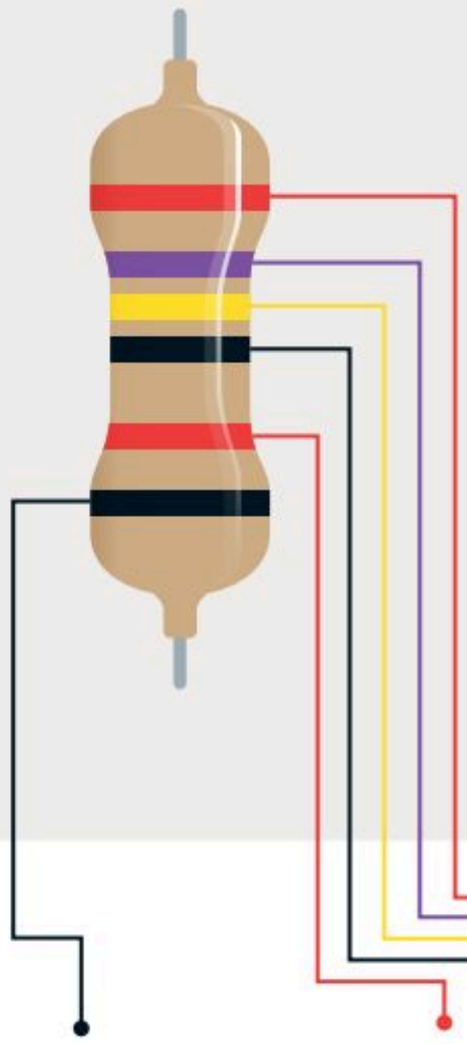
الألوان الموجودة على المقاومة What the Colors on a Resistor Mean

تستخدم المقاومات الثابتة قواعد ترميز الألوان القياسي في نطاقات بغرض تمييز الخصائص الأساسية للمقاومة بصريًا، ويوضِّح عدد نطاقات الألوان الموجودة على المقاومة ما إذا كانت المقاومة قياسية، أو مقاومة عالية الدقة. ويشير وجود خمسة نطاقات للمقاومة إلى أنها عالية الدقة، ولها أربعة نطاقات للدقة ولون إضافي يدل على **المعامل الحراري** (Temperature Coefficient)، بينما تعني المقاومة ذات الست نطاقات أنها ذات خمسة نطاقات مع لون إضافي يدل على المعامل الحراري.

كيفية فك ترميز نطاقات المقاومة قياسية الدقة:

- يشير النطاق الأول والثاني والثالث والرابع إلى قيمة المقاومة.
- يشير النطاق الخامس إلى نسبة **التفاوت** (Tolerance) في المقاومة مع خطأ قياس معياري في حدود 5% إلى 10% من قيمة التفاوت الحقيقي للمقاومة.

وفي الشكل أدناه يمكنك التعرف أكثر على الترميز اللوني للمقاومة:



اللون	الرقم الأول	الرقم الثاني	الرقم الثالث	المُضاعف	التفاوت	المعامل الحراري
الأسود	0	0	0	1 Ω		250 ppm/K
البني	1	1	1	10 Ω	± 1%	100 ppm/K
الأحمر	2	2	2	100 Ω	± 2%	50 ppm/K
البرتقالي	3	3	3	1 kΩ		15 ppm/K
الأصفر	4	4	4	10 kΩ		25 ppm/K
الأخضر	5	5	5	100 kΩ	± 0.5%	20 ppm/K
الأزرق	6	6	6	1 MΩ	± 0.25%	10 ppm/K
البنفسجي	7	7	7		± 0.1%	5 ppm/K
الرمادي	8	8	8			1 ppm/K
الأبيض	9	9	9			
الذهبي				0.1 Ω	± 5%	
الفضي				0.01 Ω	± 10%	

شكل 2.4: الترميز اللوني للمقاومات

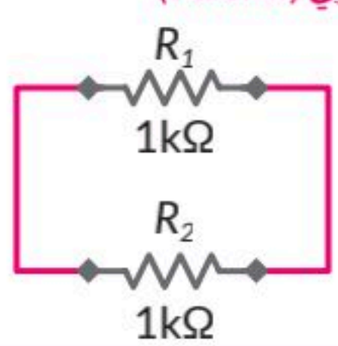
معلومة

لا تملك جميع المقاومات المقدار نفسه من المقاومة الكهربائية للتيار الكهربائي، فالقاعدة الرئيسة تنص على أنه كلما زاد مقدار المقاومة قلّت شدة التيار الكهربائي في الدائرة.

شكل 2.5: مثال على حساب قيمة المقاومة باستخدام الترميز اللوني

توصيل المقاومة في الدوائر الكهربائية Resistor Connections in Electrical Circuits

تُوصَّل المقاومات في الدائرة الكهربائية كما يلي:

توصيل المقاومة	الوصف	المقاومة الكلية
على التوالي (Series) 	لكلٍ من المقاومات R_1 و R_2 نهاية مشتركة واحدة، يمر التيار نفسه خلالهما ليصبح لديك فرق جهدين V_1 و V_2 عبر أطرافهما، ويُحسب فرق الجهد الكلي من خلال المعادلة: $V_1 + V_2 = V_T$.	$R_T = R_1 + R_2$
على التوازي (Parallel) 	لكل من المقاومات R_1 و R_2 نهايتان مشتركتان، ويكون لكل منهما نفس فرق الجهد V عبر أطرافهما، ويمر من خلالهما تياران مختلفان هما I_1 و I_2، ويُحسب التيار الكلي من خلال المعادلة: $I_1 + I_2 = I_T$.	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

المقاومة الكلية هي مجموع المقاومات الموجودة في الدائرة.

جدول 2.2: وحدات القياس Prefixes of Units of Measurement

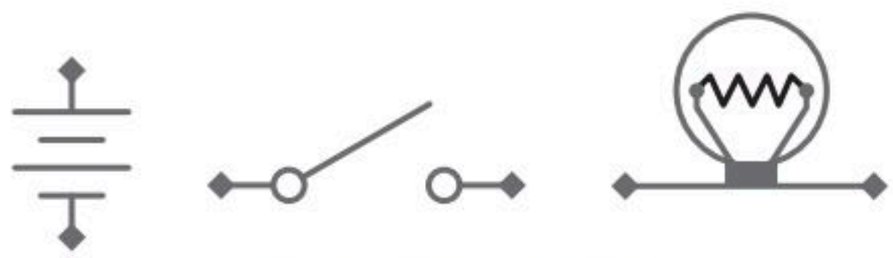
الاسم	نانو (Nano)	مايكرو (Micro)	ميلي (Milli)	كيلو (Kilo)	ميجا (Mega)	جيجا (Giga)
الرمز	n	μ	m	k	M	G
المعامل	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{3}	10^{6}	10^{9}

توصيل الدائرة الكهربائية
Electrical Circuit Connections

توجد لجميع مكونات الدوائر الكهربائية بعض المقاومة للتيار الكهربائي بحسب استخدامها.

يوجد في الدائرة أدناه:

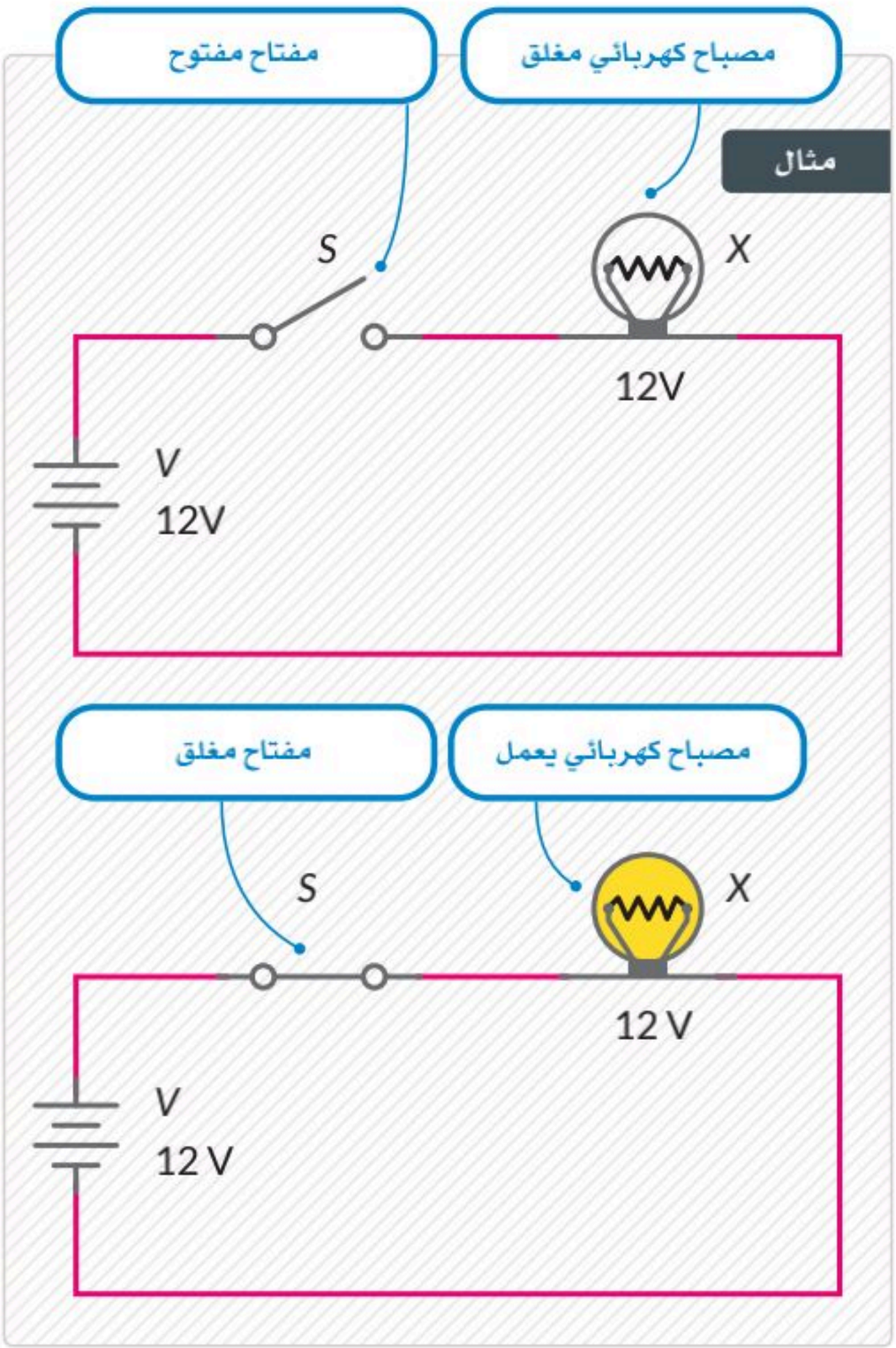
- مصباح يعمل بفرق جهد 12 فولت يُشار إليه بالرمز X.
- مفتاح يُرمز إليه بالرمز S.
- مصدر للطاقة بفرق جهد 12 فولت (V).



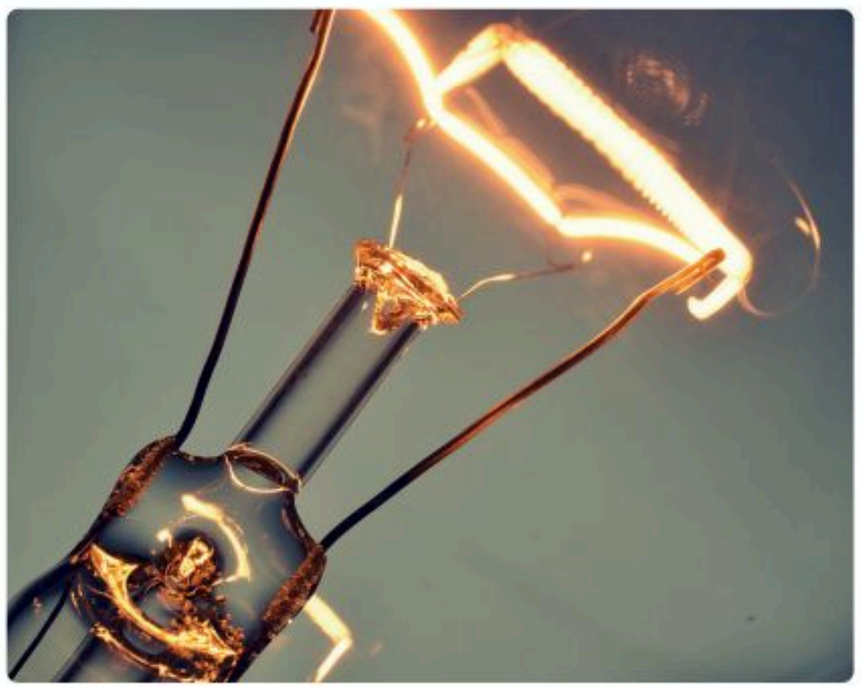
شكل 2.6: رموز المكونات الكهربائية

يوجد لكل جهاز مقاومة كهربائية، فعلى سبيل المثال: يقاوم السلك الموجود في المصباح الكهربائي حركة مرور الإلكترونات، مما يحول الطاقة الكهربائية إلى حرارة وضوء.

تُعدّ المقاومة الداخلية للمفاتيح ومصادر الطاقة ضئيلة وبالتالي لا تُحتسب ضمن المقاومة الكلية للدائرة.



يُشير الملصق 12 فولت على المصباح الكهربائي إلى قيمة فرق الجهد المطلوب على أطرافه ليعمل بشكل صحيح.



يرتبط الضوء المنبعث من المصباح الكهربائي وشدة التيار خلاله بفرق الجهد المتوفر من مصدر الطاقة كالبطارية المتصلة به، وينتج عن فرق الجهد المنخفض ضوء خافت وقد يمكن رؤيته بصعوبة، بينما قد يؤدي فرق الجهد المرتفع جدًا إلى تلف المصباح.

معلومة

تُعدُّ مصادر التيار المستمر أكثر أمانًا من مصادر التيار المتردد.

قانون أوم Ohm's Law

توجد علاقة في الدوائر الكهربائية بين التيار الكهربائي المار عبر المقاومة وفرق الجهد عبر طرفيه.

اكتشف الفيزيائي الألماني **جورج سيمون أوم** (Georg Simon Ohm) هذه العلاقة لأول مرة في عام 1827م، وحدد أن موصلًا ذا مقاومة ثابتة قيمتها R وفرق جهد قيمته V في طرفيه يسمح لتيار كهربائي شدته I بالمرور عبر هذا الموصل. ولقد لاحظ أوم أن التيار I **يتناسب طرديًا** مع فرق الجهد V، وتُكتب هذه العلاقة رياضيًا على النحو الآتي:

$$I = \frac{V}{R}$$

يمكن تطبيق هذا القانون أيضًا على الدوائر التي تحتوي على مقاومات متعددة، وتُعدُّ الدائرة الكهربائية المكتملة على أنها مقاومة بذاتها، وذلك من خلال حساب قيمة المقاومة الإجمالية داخل الدائرة بأكملها.

ويُطبّق قانون أوم لدراسة الدوائر الكهربائية ومعرفة قيم V و I و R لكل مكوِّن من مكونات الدائرة.

التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي Series and Parallel Circuit Connections

أدناه توضيح لطريقة توصيل المقاومات على التوالي وعلى التوازي.

ما المقصود بالتوصيل على التوالي؟

تتصل جميع المكونات في الدائرة بصورة متتالية من طرف إلى طرف لتُشكل مسارًا واحدًا لاتجاه حركة التيار ولايوجد تفرع للتيار.

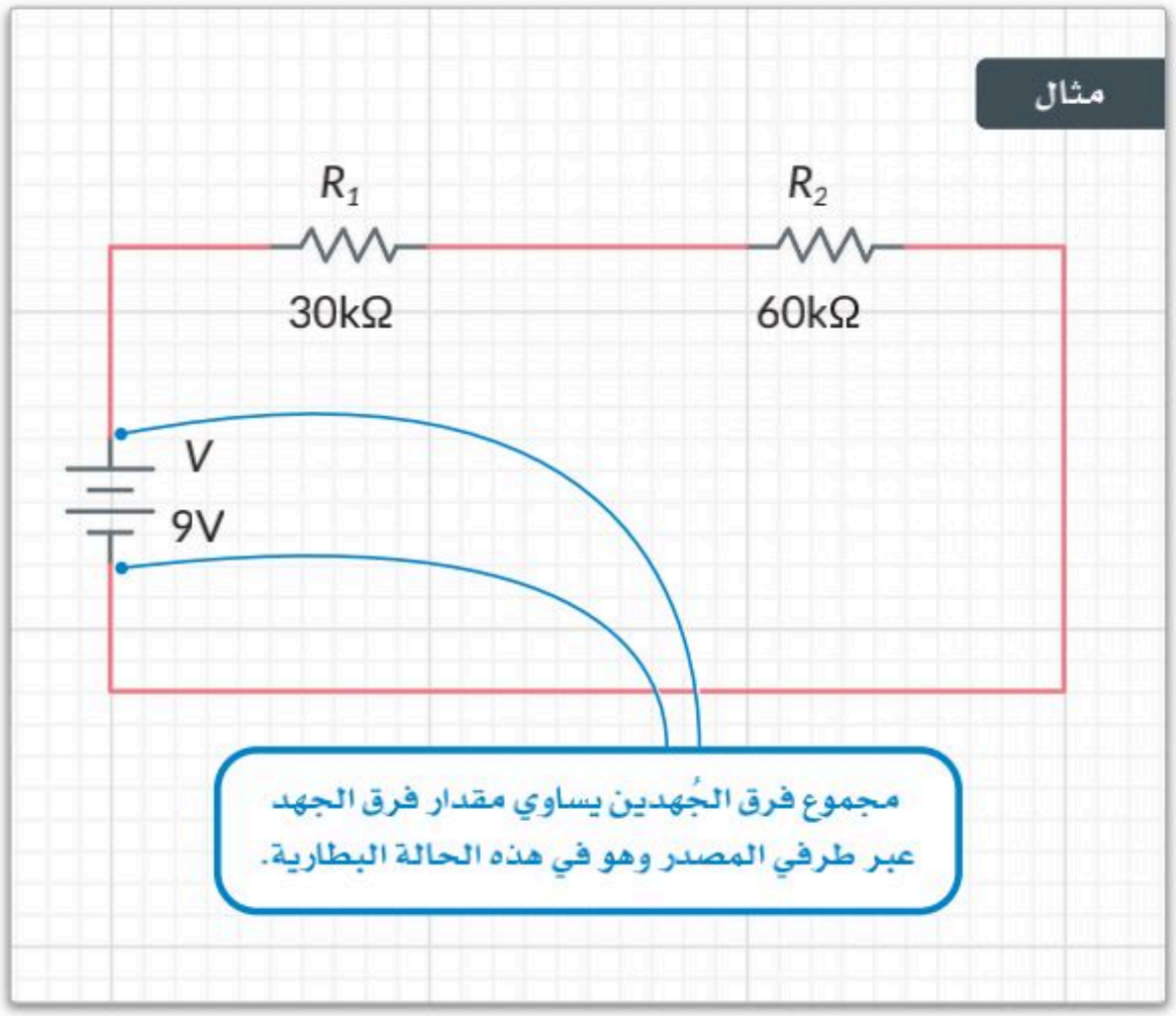
ما المقصود بالتوصيل على التوازي؟

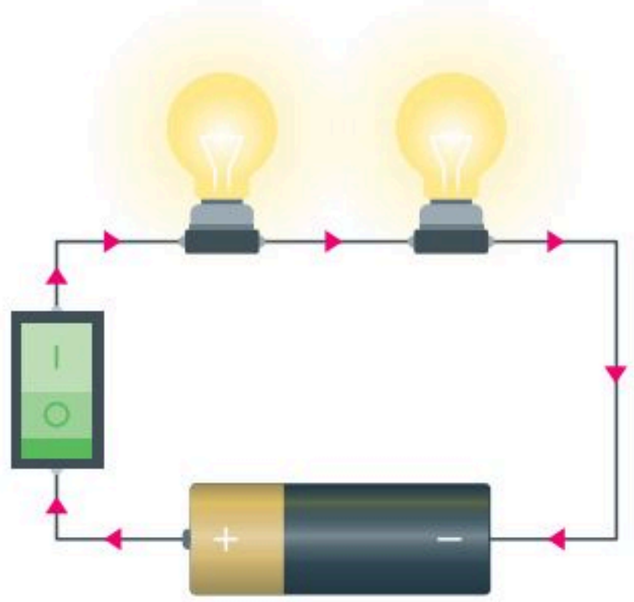
تتصل جميع المكونات في الدائرة بصورة متوازية ببعضها لتُشكل مجموعتين من النقاط الكهربائية المشتركة بينهما ويوجد تفرع للتيار الكهربائي.

التوصيل على التوالي
Series Connections

لتبدأ بدائرة التوصيل على التوالي مع مجموعة القيم الآتية:

- R_1 = 30 كيلو أوم (kΩ).
- R_2 = 60 كيلو أوم (kΩ).
- المصدر V = 9 فولت (V) وتوفره البطارية.





احسب أولًا المقاومة الإجمالية R للدائرة كما يلي:

$$R_T = R_1 + R_2 = 90k\Omega$$

ثم احسب التيار المار عبر الدائرة كما يلي:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{9}{90k\Omega} = 0.1mA$$

وأخيرًا، احسب فرق الجهد V عند أطراف كل مقاومة.

$$V_1 = I \times R_1 \Rightarrow 0.1mA \times 30k\Omega = (0.1 \times 10^{-3}) \times (30 \times 10^3) = 3V$$

$$V_2 = I \times R_2 \Rightarrow 0.1mA \times 60k\Omega = (0.1 \times 10^{-3}) \times (60 \times 10^3) = 6V$$

- تعتمد المقاومة R لكل سلك أو موصل على العوامل الآتية:
- **طول الموصل:** أي أن السلك الأطول يعني مقاومة أكبر.
- **سُمك الموصل:** السلك السميك يعني مقاومة أقل.
- **المادة المصنوع منها الموصل:** على سبيل المثال تمتاز الأسلاك النحاسية بمقاومة قليلة جدًا.

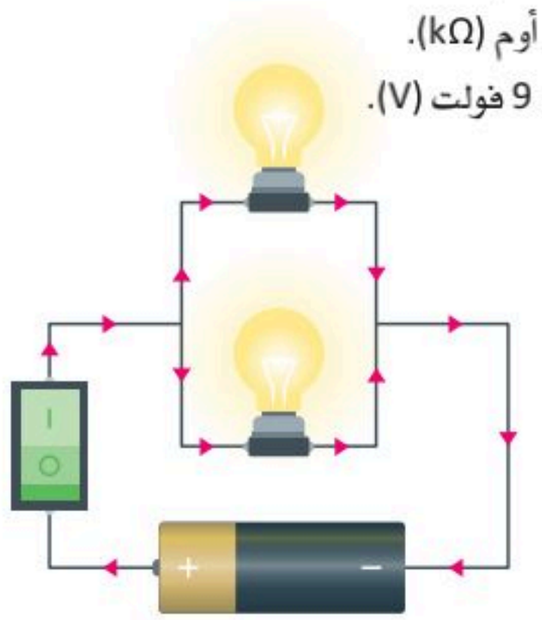
لمحة سريعة

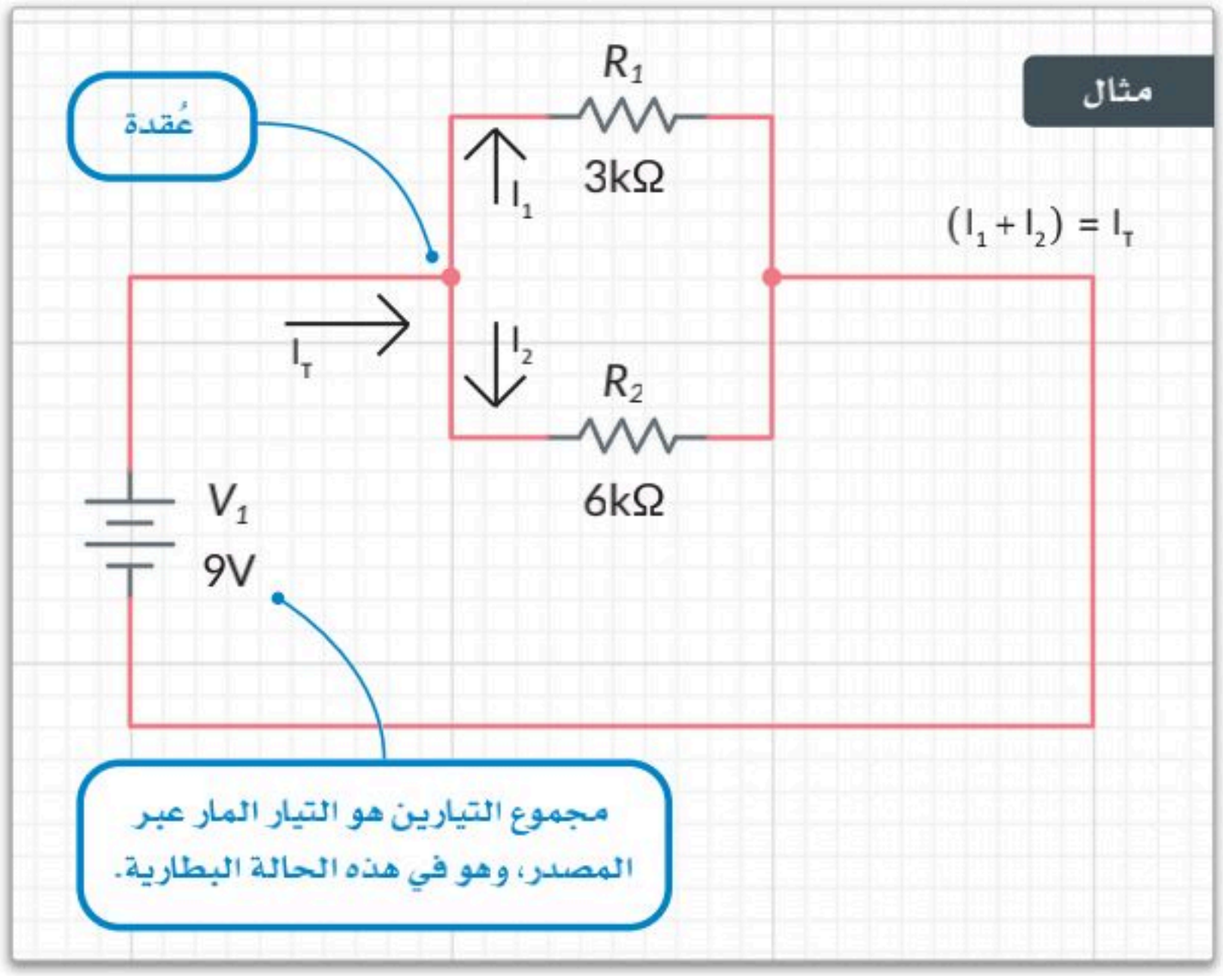
كلما انخفضت مقاومة الموصل، ازدادت شدة التيار المار من خلاله.

التوصيل على التوازي
Parallel Connections

ستلاحظ الآن كيفية توصيل دائرة ذات مقاومات R_1 و R_2 على التوازي:

- R_1 = 3 كيلو أوم (kΩ).
- R_2 = 6 كيلو أوم (kΩ).
- المصدر V = 9 فولت (V).





احسب أولًا المقاومة الإجمالية داخل الدائرة كما يلي:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 \times R_2}{(R_1 + R_2)} \Rightarrow R_T = \frac{18k\Omega}{9k\Omega} = 2k\Omega$$

ثم احسب التيار المار بالمقاومة R_1 كما يلي:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{9V}{3k\Omega} = \frac{9}{3 \times 10^3} = 3 \times 10^{-3} = 3mA$$

ومن بعد ذلك احسب التيار المار بالمقاومة R_2 كما يلي:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{9V}{6k\Omega} = \frac{9}{6 \times 10^3} = 1.5 \times 10^{-3} = 1.5mA$$

وأخيرًا احسب التيار الكلي I_T المار بالدائرة:

$$I_T = I_1 + I_2 \Rightarrow I_T = 3mA + 1.5mA = 4.5mA$$

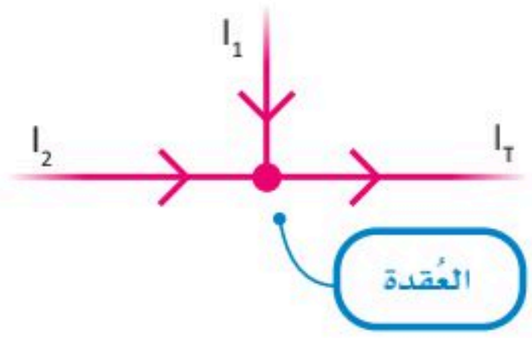
يمكنك الحصول على نفس النتيجة من خلال تطبيق قانون أوم.

$$I_T = \frac{V}{R_T} \Rightarrow I = \frac{9V}{2k\Omega} = \frac{9}{2 \times 10^3} = 4.5 \times 10^{-3} = 4.5mA$$

العُقدة Node

العُقدة هي نقطة في الدائرة يلتقي بها موصلان على الأقل.

الحلقة في الدائرة (Circuit Loop) هي جزءٌ منها يبدأ من نقطة معينة وينتهي عند نفس النقطة متتبعًا مسار مرور التيار.

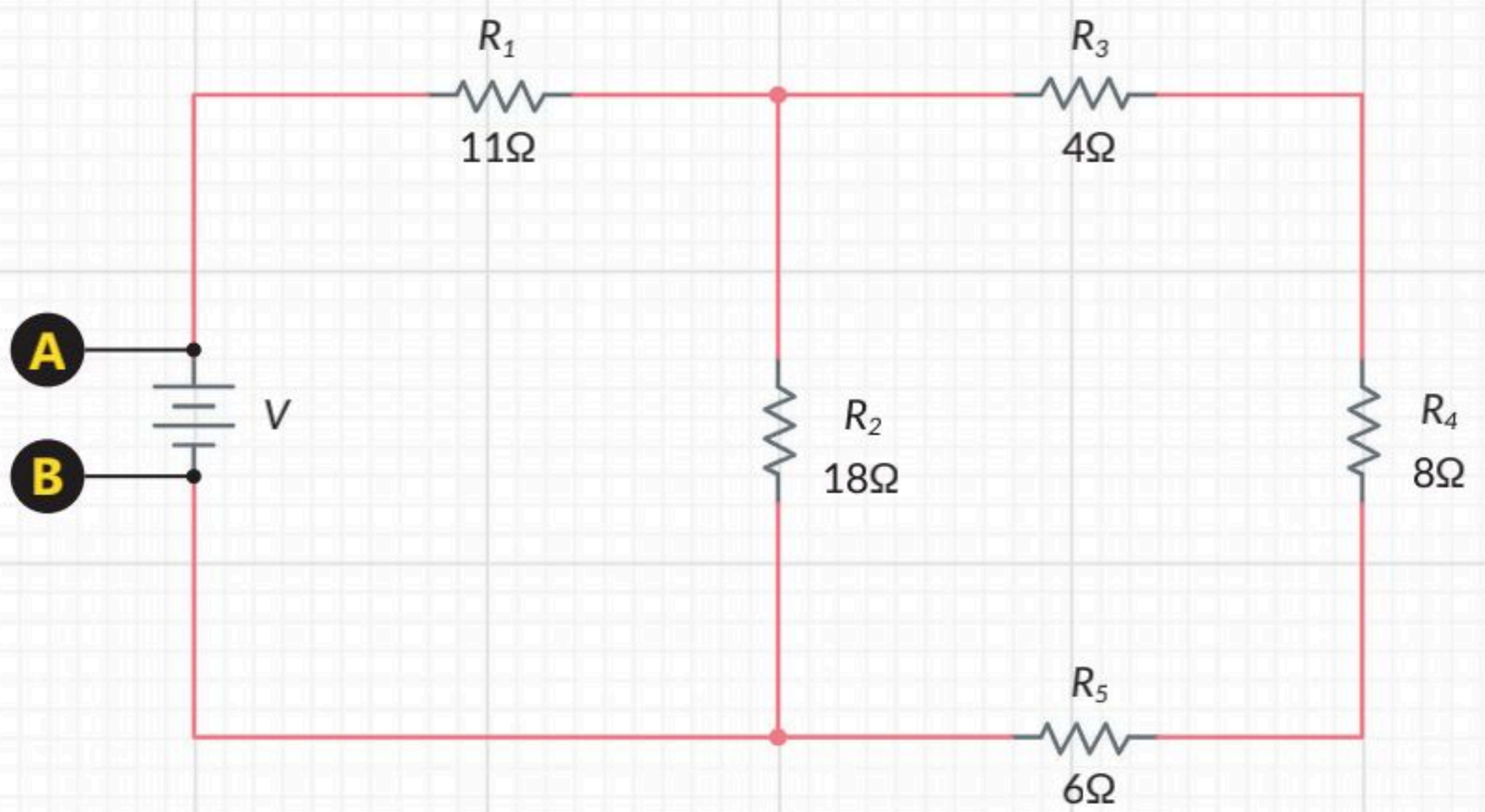


لا يمكن تطبيق قانون أوم على الأجهزة التي لا تبقى فيها المقاومة الأومية ثابتة مثل: **الصمامات الثنائية** (Diodes) **والترانزستورات** (Transistors) وما إلى ذلك.

مثال على استخدام قانون أوم Ohm's Law: Example Problem

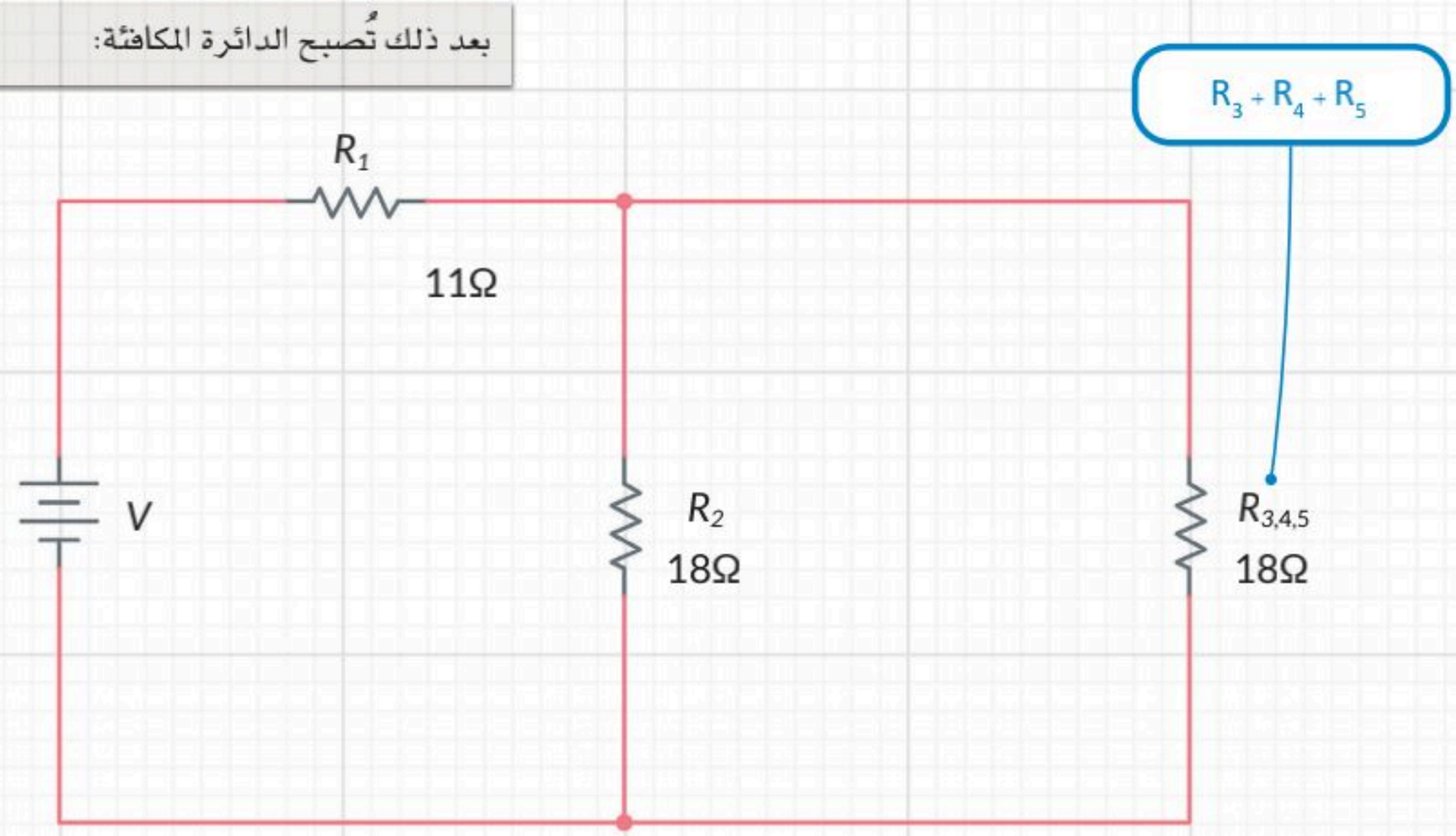
في هذا المثال يتعين عليك إيجاد فرق الجهد بين النقطة A والنقطة B.

يمكنك إيجاد المقاومة الكلية للدائرة بين النقطتين A و B:

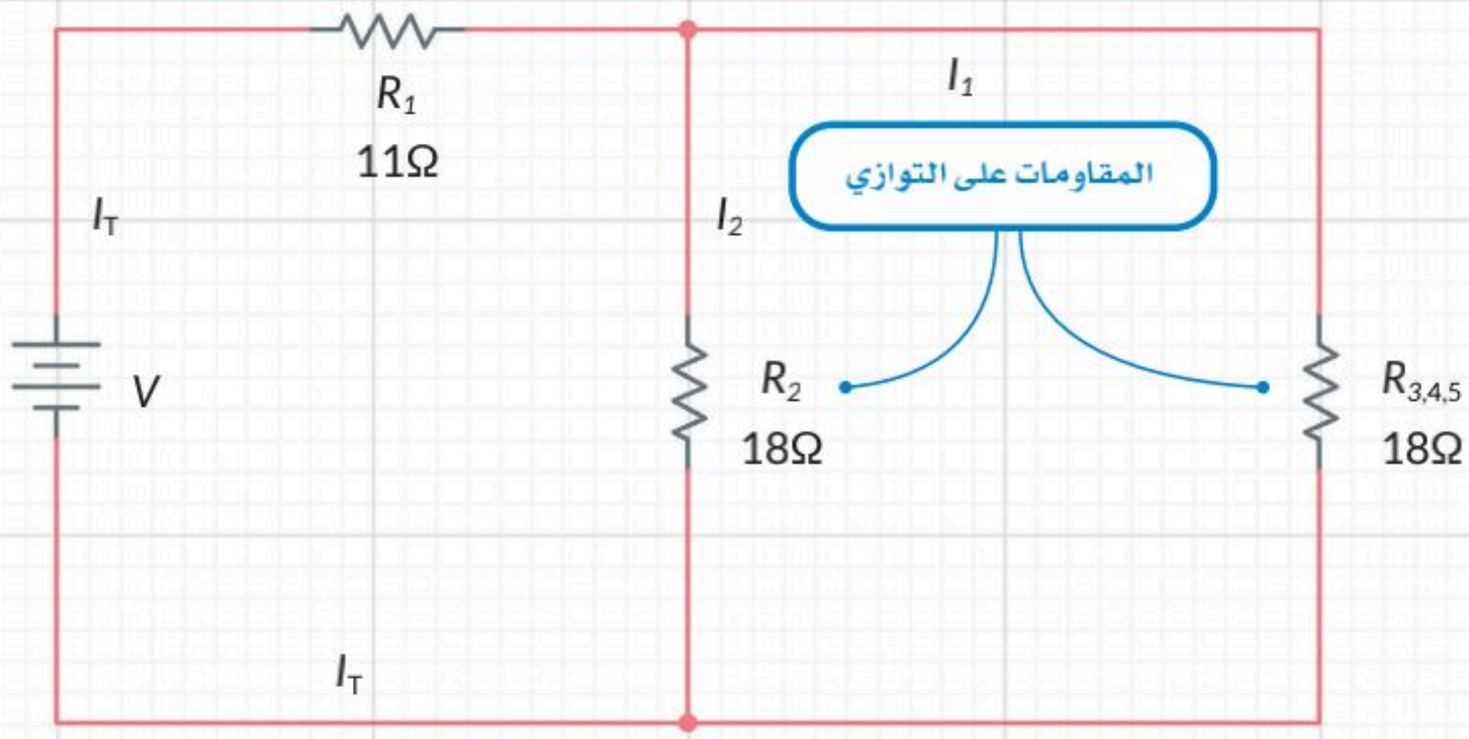


في البداية ستلاحظ أن المقاومات R_3 و R_4 و R_5 تتصل على التوالي، لذلك تُحسب المقاومة الكلية كما يلي: $R_3,R_4,R_5 = 4+8+6 = 18\Omega$

بعد ذلك تُصبح الدائرة المكافئة:



يمكنك أن تلاحظ في الدائرة المكافئة أن: R_2 و $R_{3,4,5}$ تتصلان على التوازي.



وعليه فإن: $R_2 // R_{3,4,5} = \frac{R_{3,4,5} \times R_2}{(R_{3,4,5} + R_2)} = 9\Omega$

يمكنك حساب فرق الجهد بين النقطتين A و B، إذا كان التيار المار عبر R_2 هو I_2 ويساوي 1A.

لهذا يكون فرق الجهد عبر طرفي المقاومة R_2:

$$V_2 = I_2 \times R_2 = 1 \times 18 = 18V$$

ونظرًا لأن المقاومة $R_{3,4,5}$ تتصل على التوازي مع المقاومة R_2، وبالتالي فإن فرق الجهد $V_{3,4,5}$ يساوي 18V.

لذلك:

$$I_{3,4,5} = \frac{V_{3,4,5}}{R_{3,4,5}} = \frac{18}{18} = 1A$$

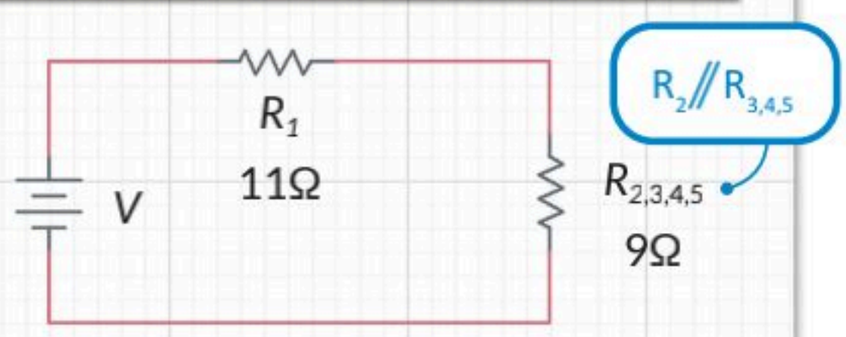
والتيار المار عبر المصدر والمقاومة R_1 هو:

$$I_T = I_2 + I_{3,4,5} = 1 + 1 = 2A$$

وهكذا يكون فرق الجهد عبر A و B:

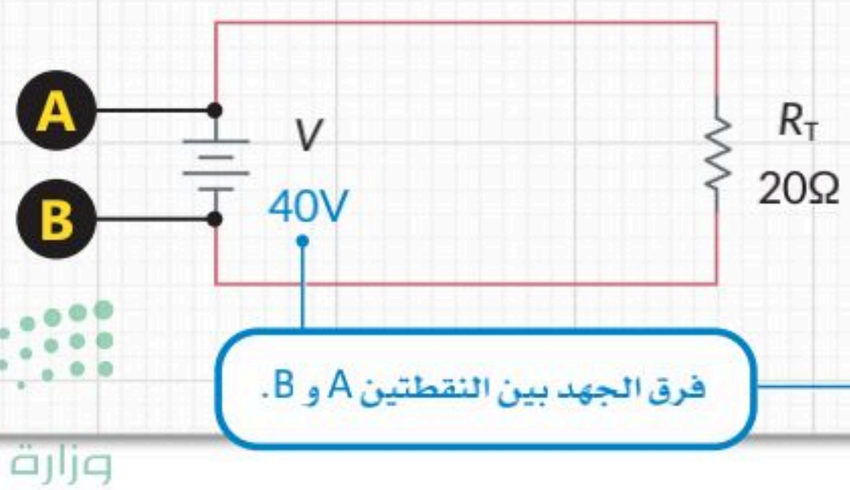
$$V_{AB} = I_T \times R_T = 2 \times 20 = 40V$$

بالأخذ بالاعتبار الدائرة المكافئة:



يمكن الوصول إلى المقاومة الكلية بالمعادلة الآتية:

$$R_T = R_1 + R_{2,3,4,5} = 11 + 9 = 20\Omega$$



تمرينات

1 حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:

عند توصيل مقاومة بأقطاب مولد للطاقة ذي مقاومة داخلية ضئيلة، فإذا وصِّلت مقاومة أخرى متماثلة على التوالي مع المقاومة الأولى، فإن شدة التيار:	صحيحة	خاطئة
1. سوف تتضاعف.	○	○
2. ستبقى ثابتة.	○	○
3. ستنخفض إلى النصف.	○	○
4. ستتضاعف أربع مرات.	○	○

2 حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:

عند وجود مقاومتين R1 و R2 مختلفتين في القيم وتتصلان على التوازي:	صحيحة	خاطئة
1. ستعرضان نفس قيمة فرق الجهد عند أطرافهما.	○	○
2. سيمر تيار متساوي الشدة في كلٍ منهما.	○	○
3. ستُحسب المقاومة المكافئة R_T من المعادلة $R_T = R_1 + R_2$.	○	○
4. ستمر تيارات شدتها مختلفة في كل منهما.	○	○

3

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يقيس جهاز الأميتر فرق الجهد.		
2. يُوصل جهاز الفولتميتر على التوازي في الدائرة.		
3. تتحول الطاقة التي ينقلها التيار الكهربائي عبر المقاومة إلى طاقة حرارية بشكل كامل .		
4. تكون للمقاومات المتصلة على التوالي نفس شدة التيار المار خلالها.		
5. يُطبق القانون $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$ على المقاومات المتصلة على التوالي.		
6. يكون للمقاومات المتصلة على التوازي نفس قيمة فرق الجهد عند أطرافها.		
7. يقيس جهاز الفولتميتر شدة التيار.		
8. تُحسب المقاومة الإجمالية لمجموع المقاومات المتصلة على التوازي من خلال القانون: $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$.		

4 صِل كل عنصر موجود في العمود الأول بما يناسبه في العمود الثاني:

الكمية	وحدة القياس
المقاومة	V
فرق الجهد	W
الطاقة الكهربائية	J
القدرة الكهربائية	Ω

5 ارسم باستخدام الورقة والقلم دائرة كهربائية تتكون من مصباحين متطابقين X1 و X2، ومصدر V ومفتاح S على التوالي. عند إغلاق المفتاح سيبدأ التيار الكهربائي بالمرور عبر الدائرة. هل سيصدر المصباحان X1 وX2 نفس كمية الإضاءة؟ وضّح إجابتك.

_____

_____

_____

6 تتصل ثلاث مقاومات قيمها كما يلي: R1 = 20Ω و R2 = 5Ω و R3 = 4Ω على التوازي مع مصدر V = 20V، وتتصل المقاومة R2 بجهاز أميتر على التوالي يقيس شدة التيار I2 المار خلالها. كذلك تم توصيل المصدر بمفتاح S وبجهاز أميتر آخر لقياس التيار I على التوالي ليوضّح شدة التيار القادم من المصدر. وتُعدُّ قيمة مقاومة مصدر الطاقة وأجهزة القياس ضئيلة جدًا .

1. ارسم مخطط الدائرة.

2. أوجد المقاومة الكلية R_T.

_____

_____

3. أوجد قراءة جهاز الأميتر عند إغلاق المفتاح S.

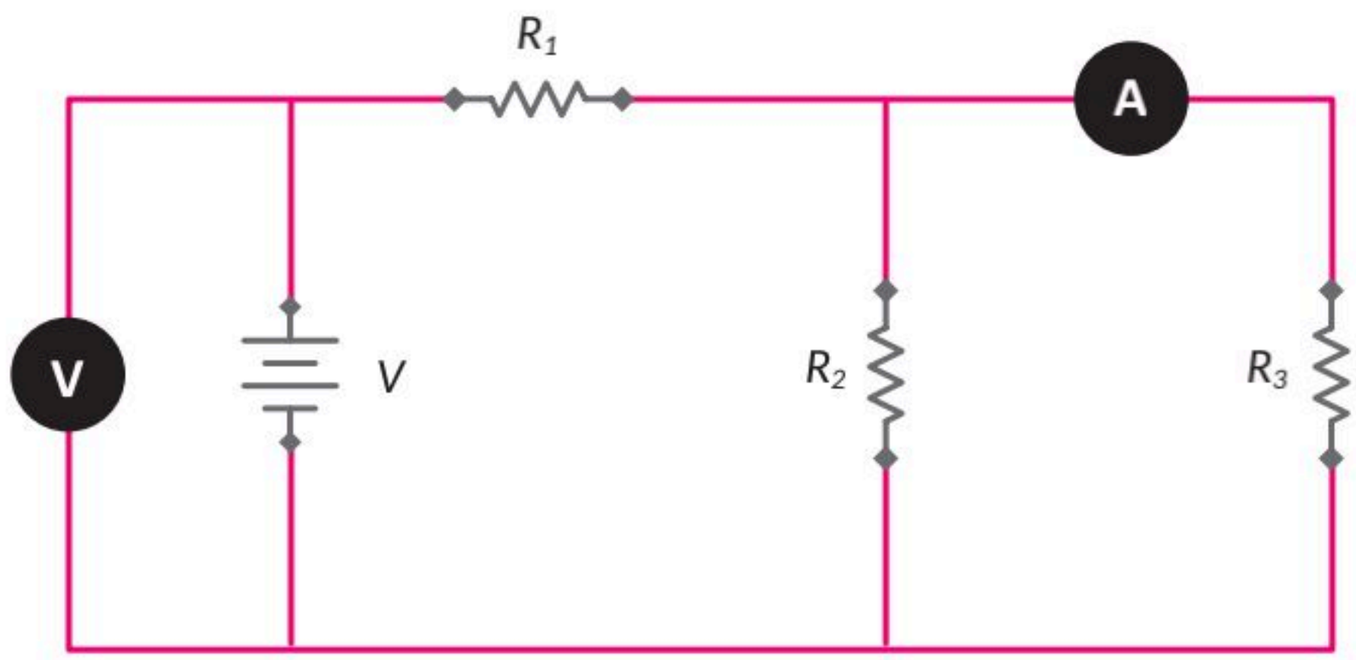
_____

_____

7 في الشكل أدناه للمصدر فرق جهد V، مع افتراض أن المقاومات الداخلية لكل من مصدر الطاقة وجهازي القياس الأميتر (A) والفولتميتر (V) غير محتسبة.

تمتلك المقاومات القيم الآتية: $R_1 = 100\Omega$ و $R_2 = 50\Omega$ و $R_3 = 50\Omega$، ويعرض جهاز الأميتر القراءة 0.8A، بناءً على ذلك احسب الآتي:

1. المقاومة الكلية للدائرة.
2. شدة التيار المار عبر كل مقاومة.
3. قراءة جهاز الفولتميتر.



استعن بمعمل الفيزياء وحاول أن تطبقها عمليًا بإشراف المعلّم أو المحضّر، ثم وضّح كيف يتم توصيل كلًا من الأميتر والفولتميتر بالدائرة الكهربائية ؟

الدرس الثاني

محاكاة الدوائر الكهربائية

تمثل الدوائر الإلكترونية مكونًا أساسيًا للعديد من الأجهزة المحيطة بك، وقد تواجه هذه الدوائر أعطالًا لا تتعلق بتصميمها، بل نتيجة التوصيل السيئ أو لمشاكل تتعلق بمصادر الطاقة وغيرها.

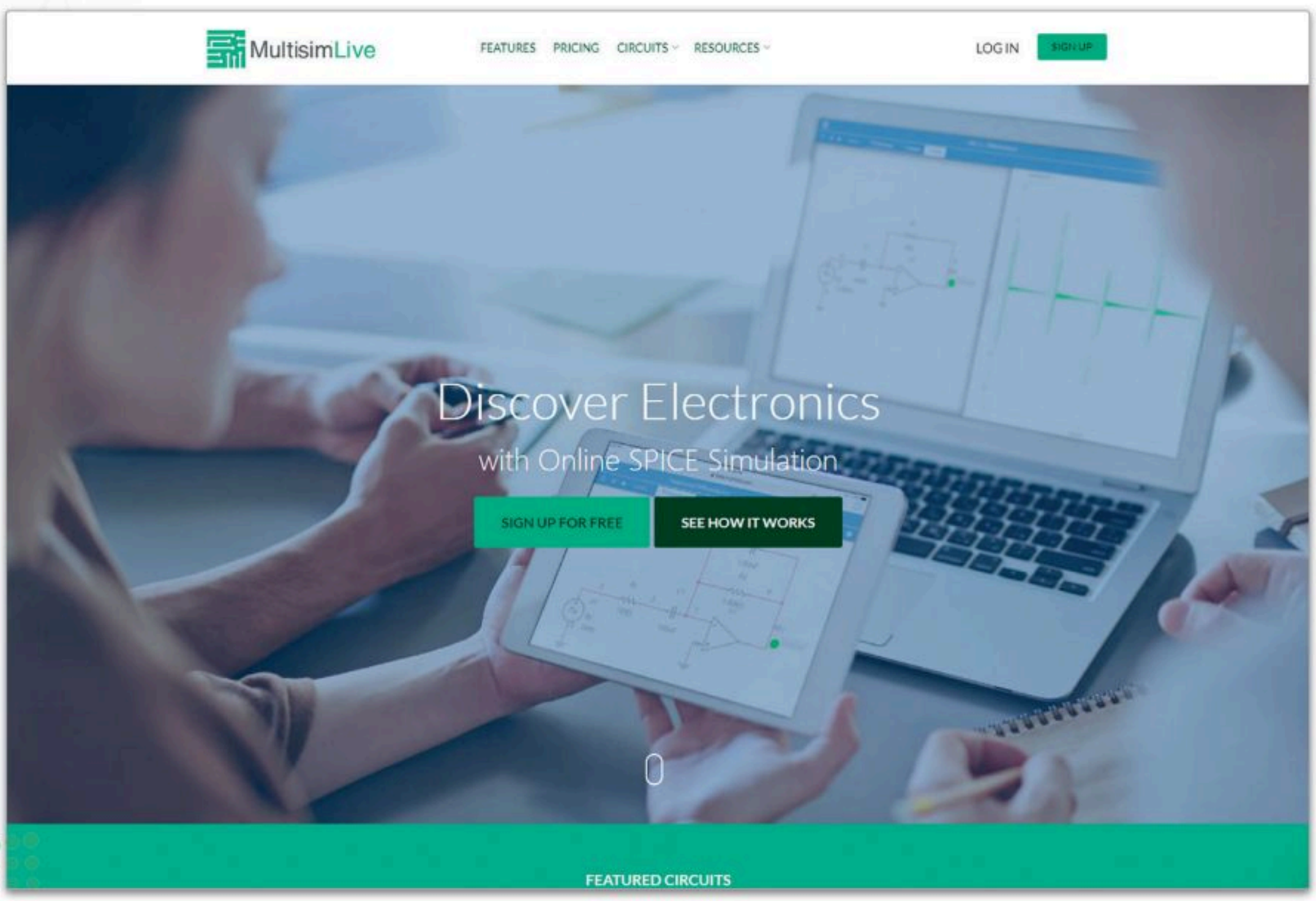
لا ينبغي التركيز على تصميم الدائرة فحسب، بل من المهم استخدام أحد برامج محاكاة الدوائر، وذلك لفائدتها الكبيرة في عمليات التصميم.

تتيح هذه البرامج للمهندس تصميم الدوائر في بيئة خاضعة للتحكم. وعند الحصول على التصميم المطلوب للدائرة، يشرع المهندس بإنشائها على أرض الواقع.

ستستخدم في هذا الدرس برنامج **ملتي سيم لايف** (Multisim Live) لتصميم الدوائر الكهربائية ومحاكاتها.

ما برنامج ملتي سيم لايف؟ What is Multisim Live

هو برنامج يتيح لك محاكاة الدوائر الكهربائية والمخططات المبنية على بنية محاكاة **سبايس** (SPICE)، كما يتيح برنامج ملتي سيم لايف محاكاة الدوائر الإلكترونية من خلال المتصفح الإلكتروني على أي جهاز حاسب.



شكل 2.7: برنامج محاكي الدوائر ملتي سيم لايف

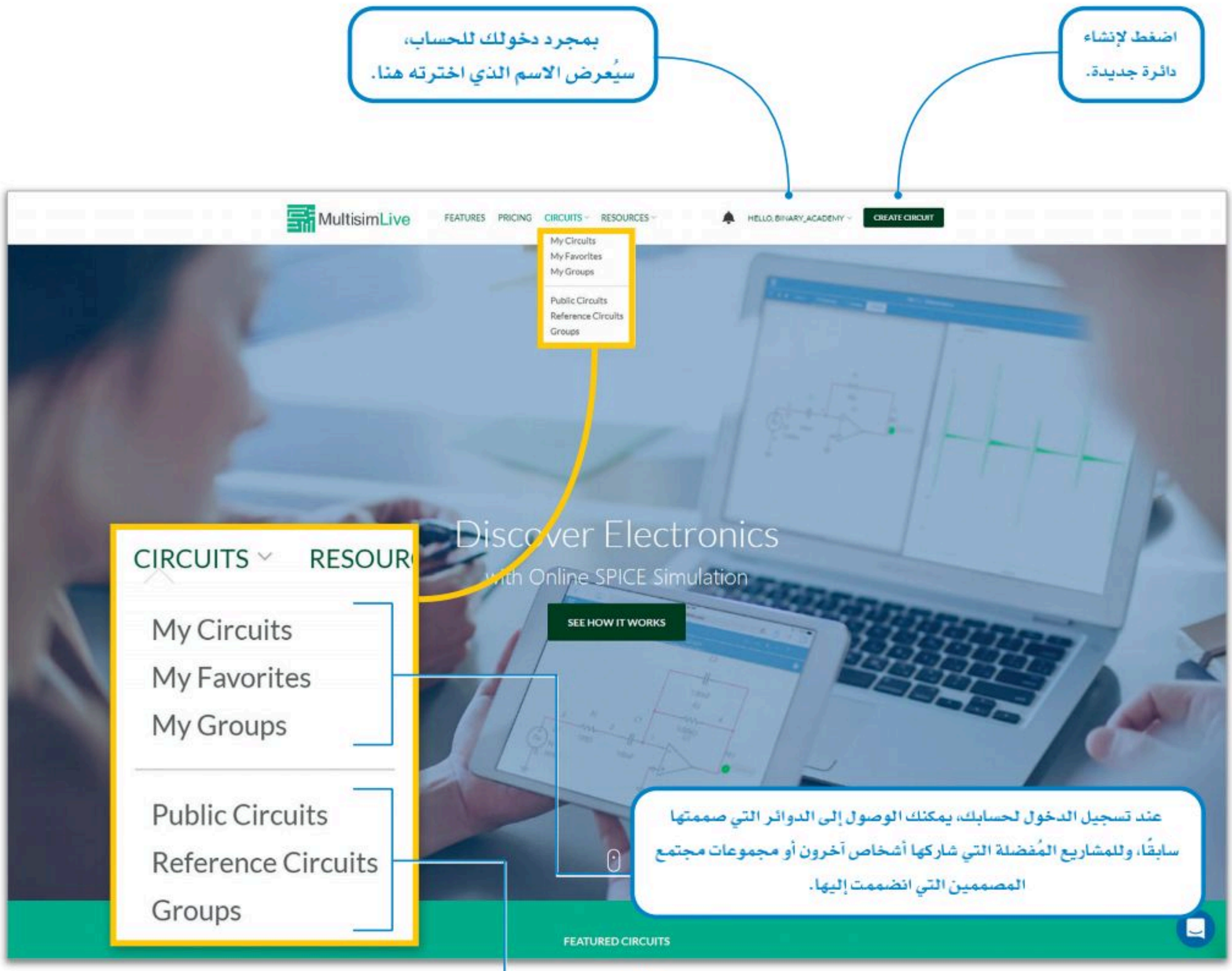
إنشاء حساب Create an Account

اذهب إلى الموقع الإلكتروني: https://www.multisim.com للوصول إلى برنامج ملتي سيم لايف.

يتعين عليك في البداية إنشاء حساب في الموقع الإلكتروني لتتمكن من حفظ مشاريعك.

اضغط على Sign up (إنشاء حساب) واملأ الحقول اللازمة.

بعد إنشاء حسابك ارجع إلى الموقع: https://www.multisim.com ثم اضغط على تسجيل الدخول (Log in).

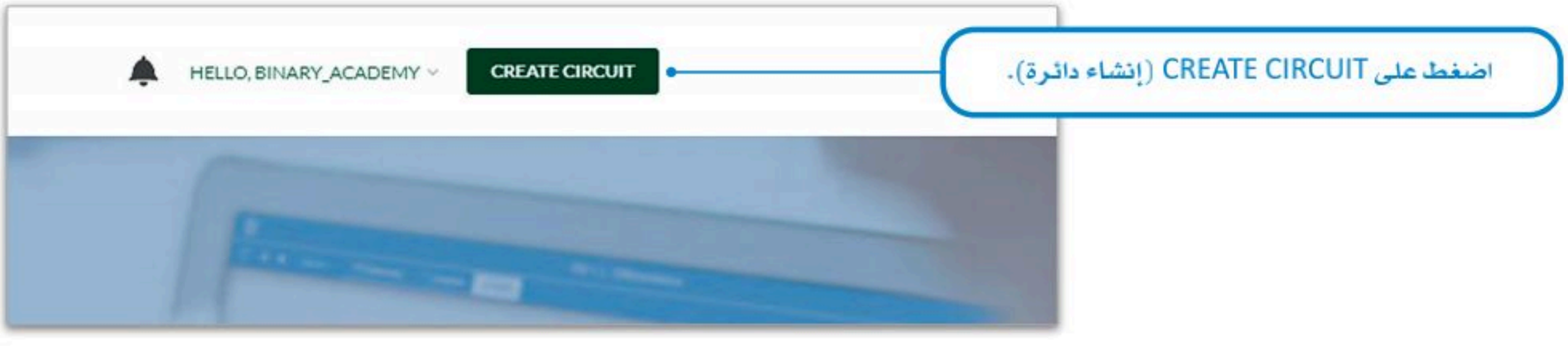


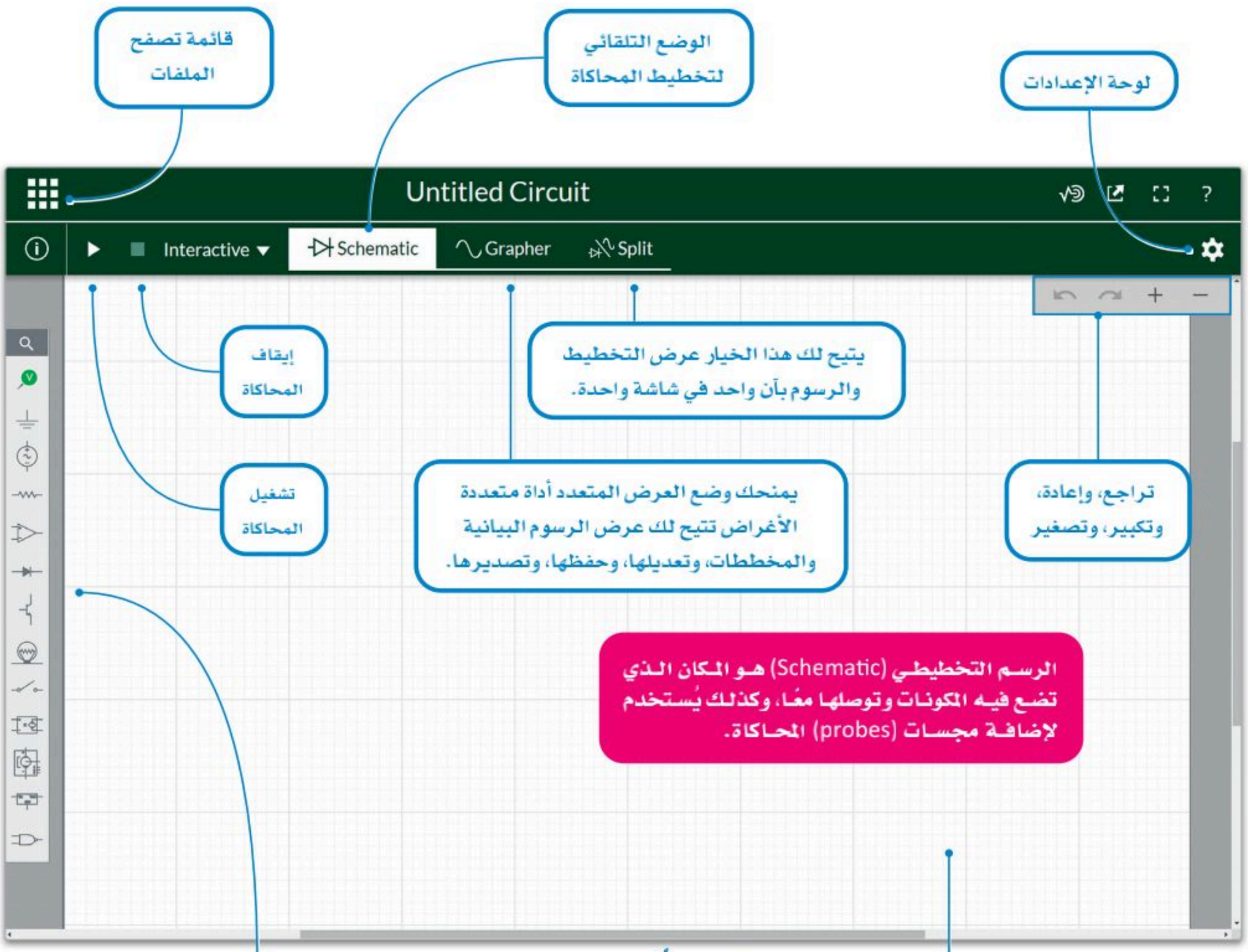
شكل 2.8: إنشاء حساب

يمكنك الوصول إلى هذه الخيارات دون تسجيل الدخول. من هنا يمكنك الوصول إلى الدوائر التي صممها الآخرون ومجموعات مجتمع المصممين التي انضممت إليها.

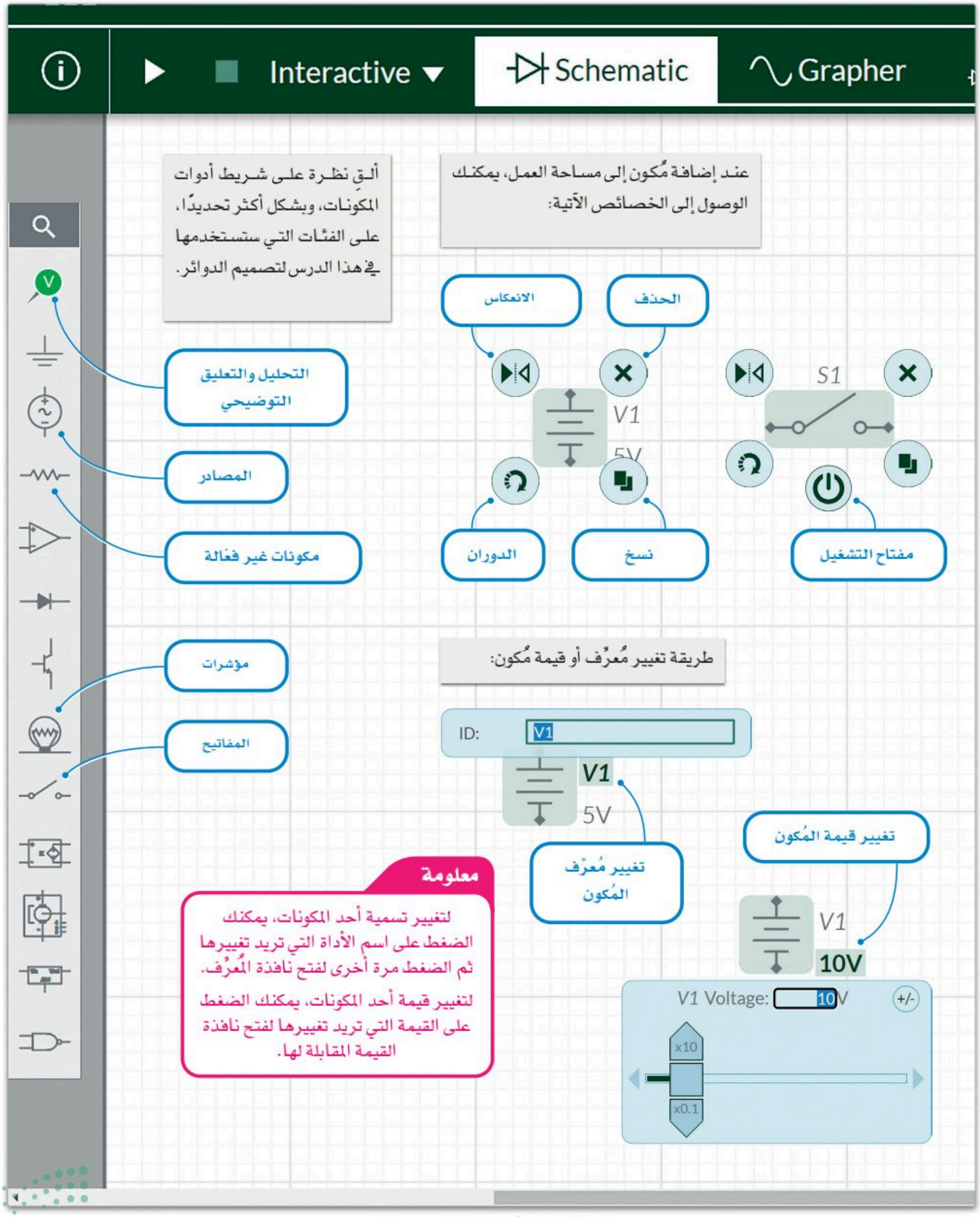
تصميم الدائرة Design a Circuit

لتشاهد كيف يمكن استخدام برنامج ملتي سيم لايف لإنشاء دائرتك الأولى.





شكل 2.9: واجهة المُستخدم لبرنامج ملتي سيم لايف



شكل 2.10: شرح أدوات برنامج ملتي سيم لايف

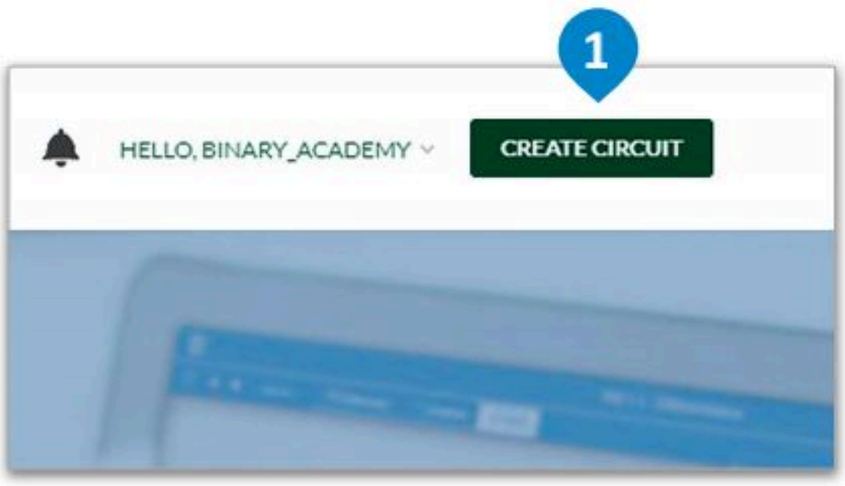
ستصمم الآن دائرتك الأولى في برنامج ملتي سيم لايف، وستوصل أولًا مقاومة بقيمة 1kΩ.

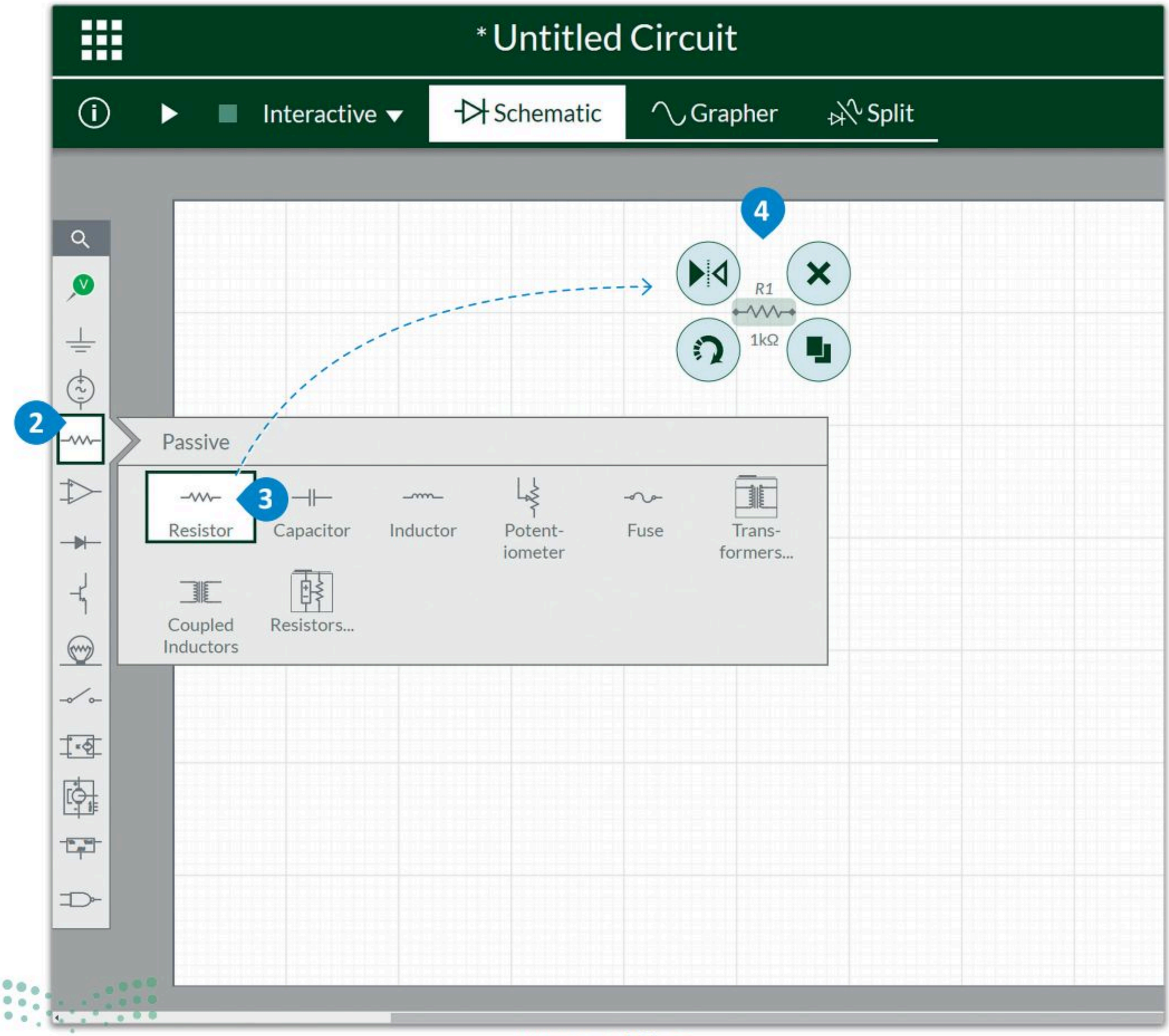
لتوصيل مقاومة:

> اذهب إلى الموقع الإلكتروني https://www.multisim.com/، ثم اضغط على CREATE CIRCUIT (إنشاء دائرة). 1

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Passive (مكونات غير فعّالة). 2

> اسحب Resistor (المقاومة)، 3 وأفلتها في **مساحة العمل**. 4





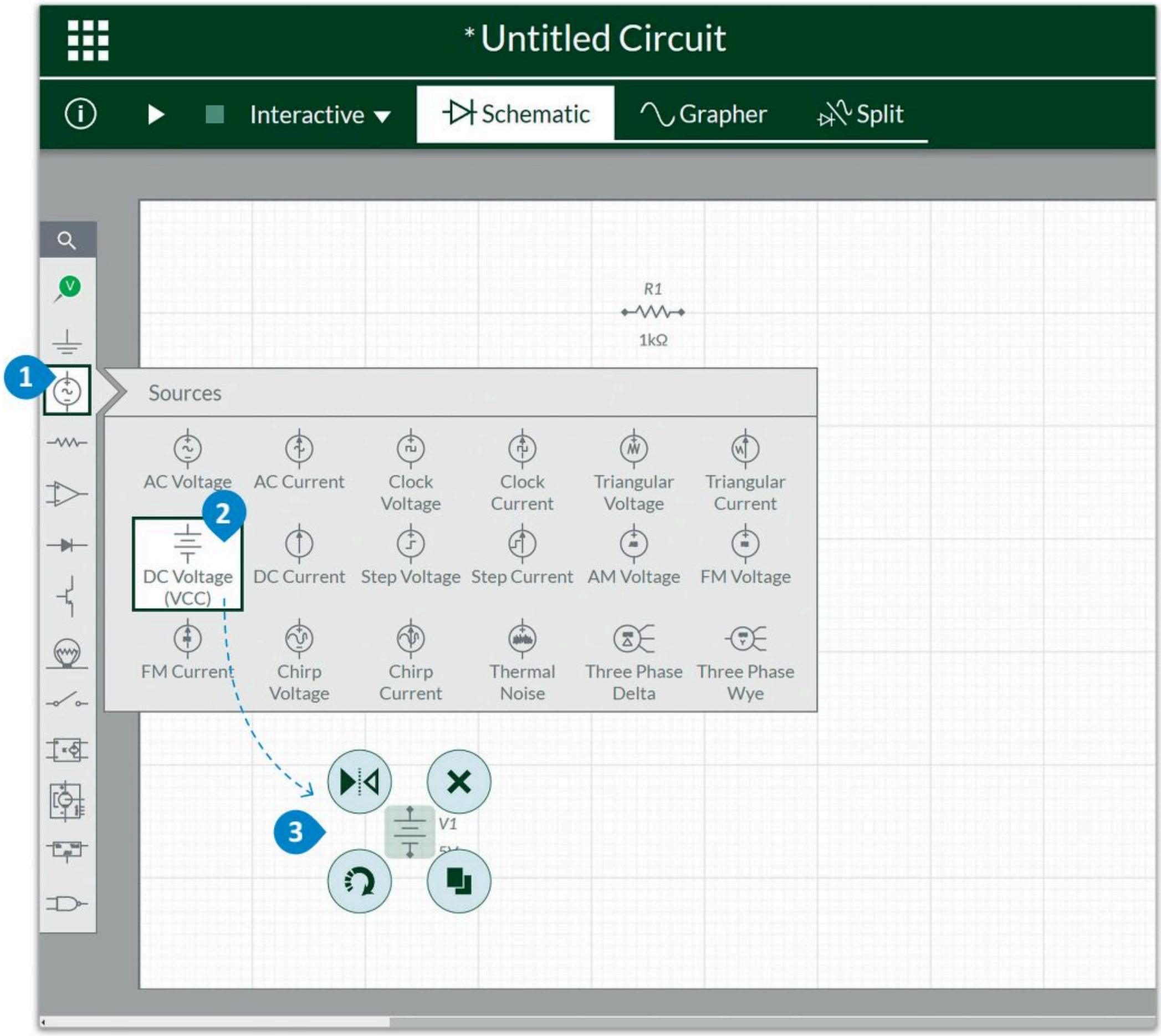
شكل 2.11: توصيل المقاومة

بعد ذلك ستوصل المصدر.

لتوصيل المصدر:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Sources (المصادر). 1

> اسحب DC Voltage (VCC) (مصدر جهد مستمر)، 2 وأفلته في **مساحة العمل**. 3



شكل 2.12: توصيل المصدر

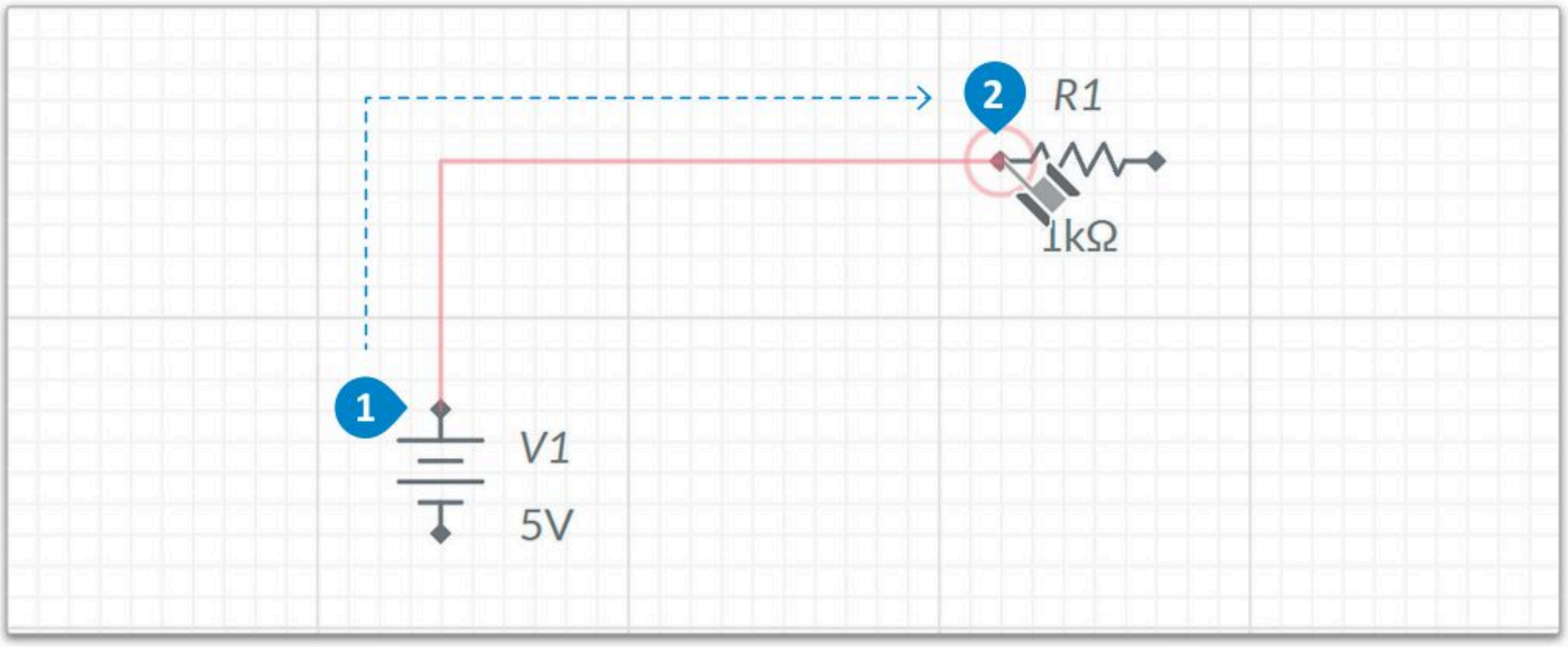
الآن بعد أن وضعت المقاومة والمصدر في مساحة عملك، عليك توصيلهما باستخدام الأسلاك.

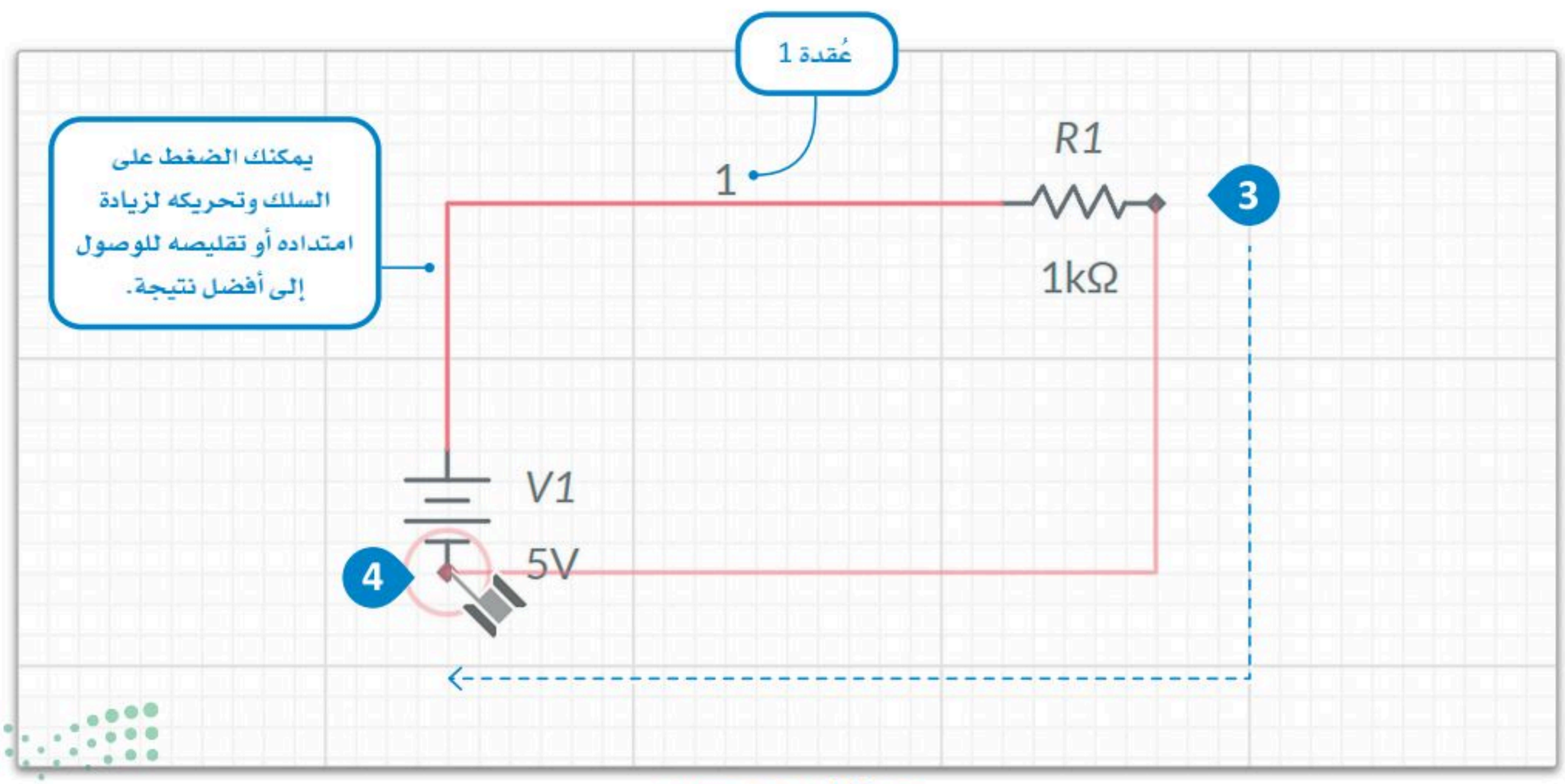
لإجراء التوصيلات:

> اضغط على **العُقدة العليا الموجبة للمصدر**، 1 ثم على **العُقدة اليسرى للمقاومة**. 2

> اضغط على **العُقدة اليمنى للمقاومة**، 3 ثم على **العُقدة السالبة السفلية للمصدر**. 4

الفرع (Branch) من الدائرة هو جزء من حلقة لا يوجد بها أي عقدة.





شكل 2.13: إجراء التوصيلات

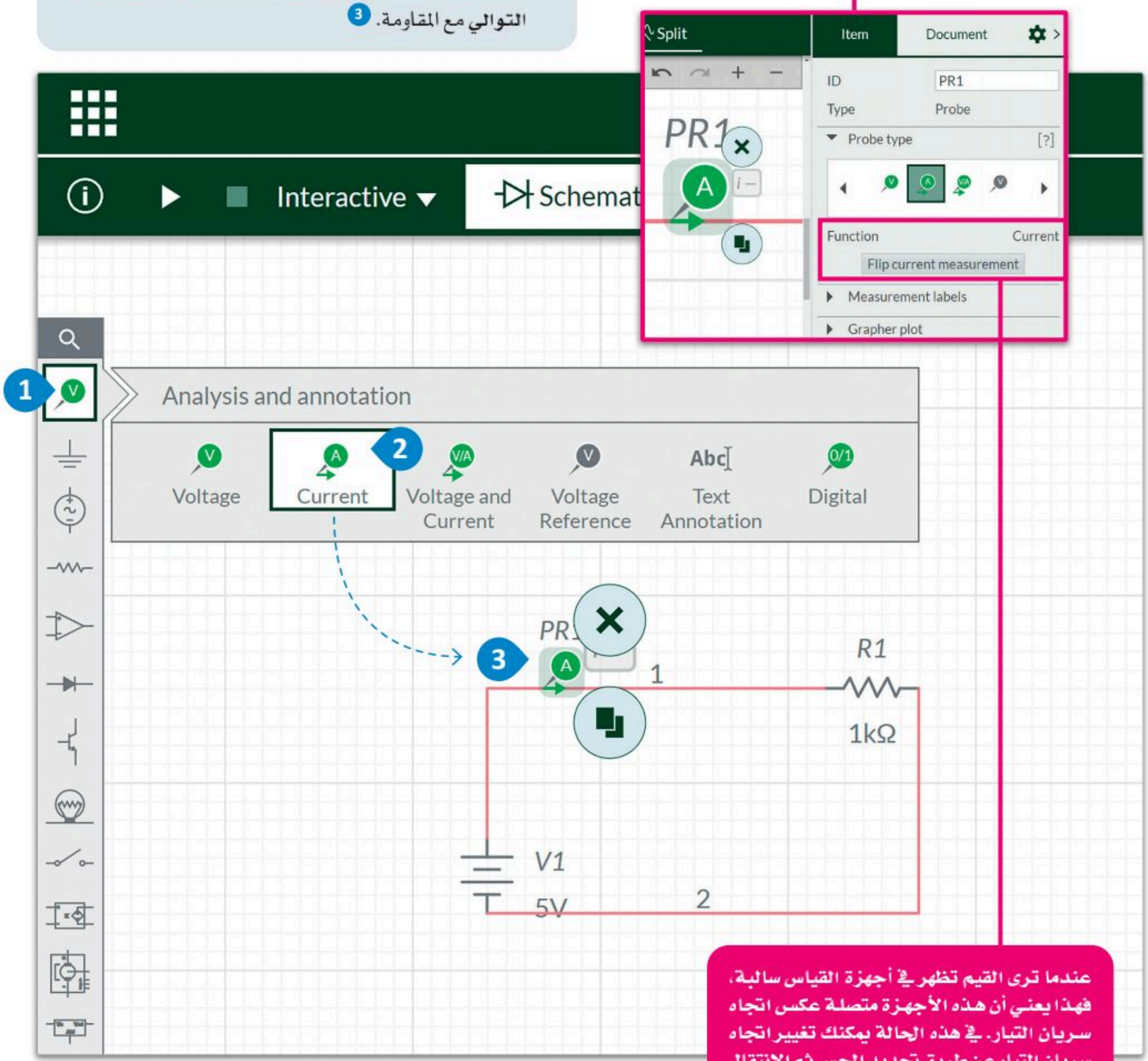
وبذلك تكون قد انتهيت تقريبًا من التصميم، يتعين عليك أخيرًا إضافة المجسات في الدائرة لمعاينة جميع القيم والقياسات داخلها.

لإضافة مجس التيار:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Analysis and annotation (التحليل والتعليق التوضيحي). 1

> اسحب Current probe (مجس التيار)، 2 وأفلته على التوالي مع المقاومة. 3

عند توصيل مجس للتيار تشير أسهمه من الطرف السالب (-) إلى الطرف الموجب (+) لمصدر الطاقة، وحينها ستكون قيمة التيار سالبة.



عندما ترى القيم تظهر في أجهزة القياس سالبة، فهذا يعني أن هذه الأجهزة متصلة عكس اتجاه سريان التيار. في هذه الحالة يمكنك تغيير اتجاه سريان التيار عن طريق تحديد المجس ثم الانتقال إلى لوحة التكوين وبالضغط على خيار عكس قياس التيار (Flip current measurement).

شكل 2.14: إضافة مجس التيار

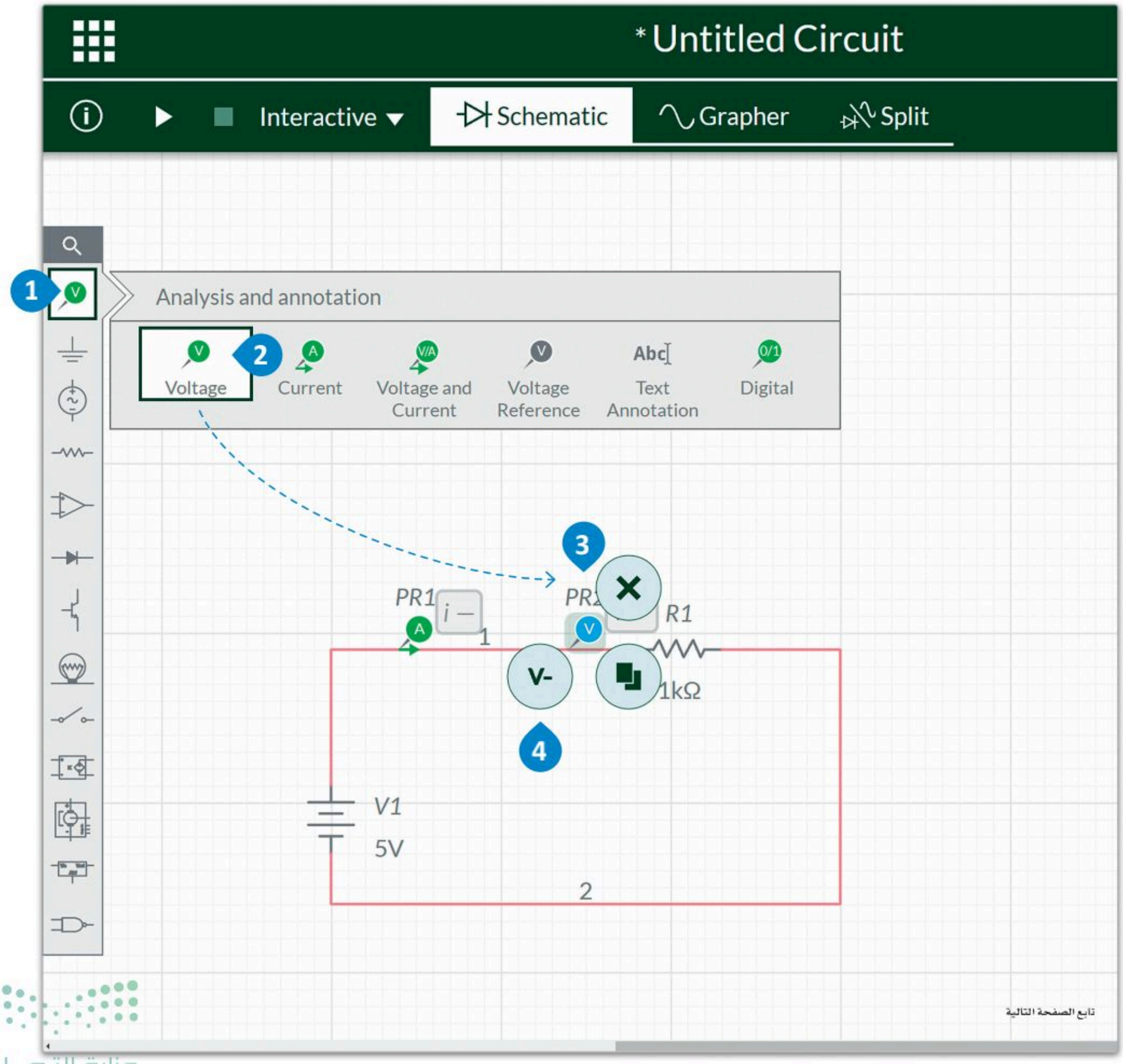
يمكنك أيضًا إضافة مجسات أخرى لتتمكن من معاينة قياسات فرق الجهد:

لإضافة مجس فرق الجهد:

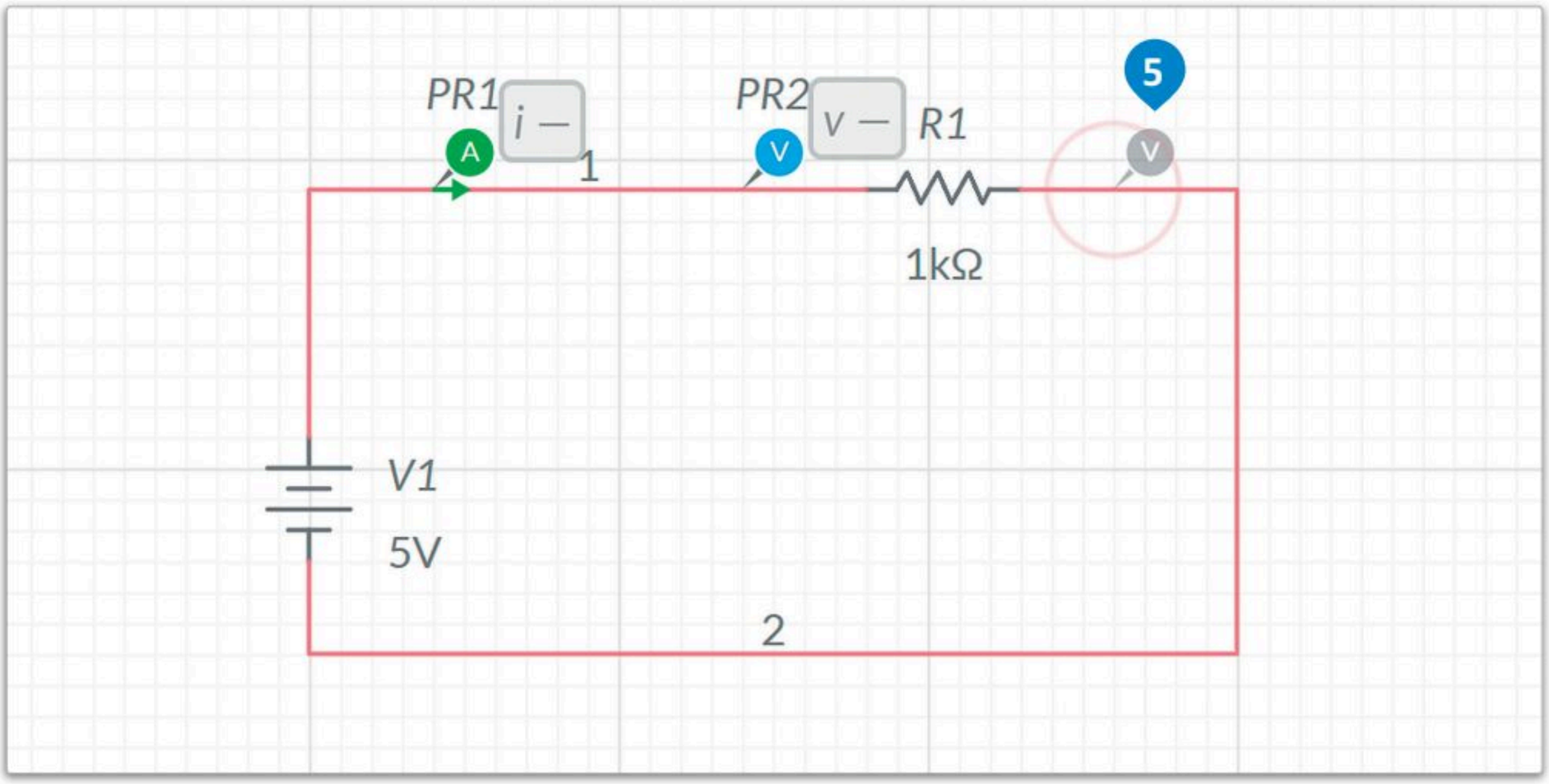
> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Analysis and annotation (التحليل والتعليق التوضيحي). 1

> اسحب Voltage probe (مجس فرق الجهد)، 2 ثم أفلته على الجانب الأيسر من **المقاومة**. 3

> اضغط على Add a reference probe (إضافة مجس مرجعي)، 4 وأفلته إلى الجانب الأيمن من **المقاومة**. 5



تابع الصفحة التالية



شكل 2.15: إضافة مجس فرق الجهد

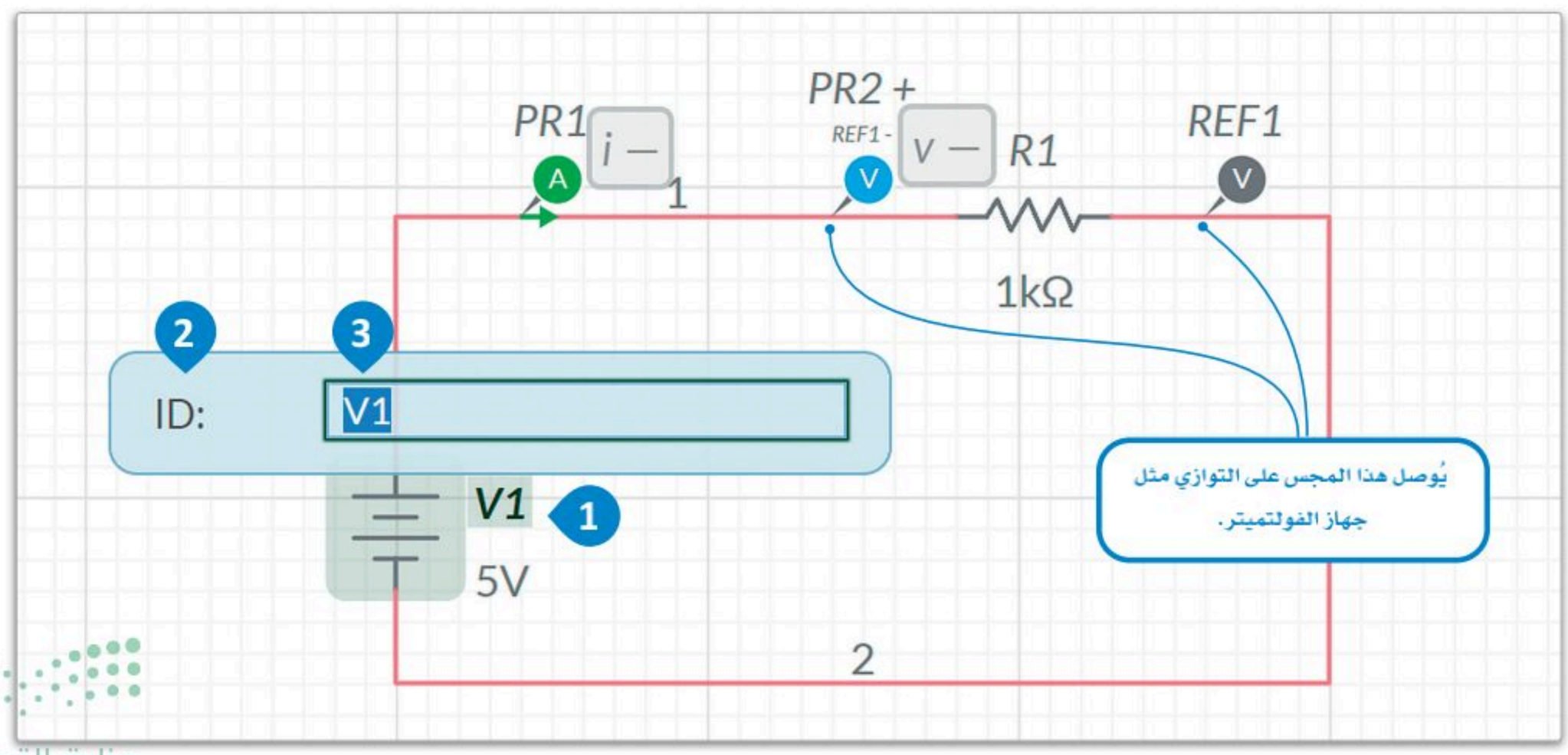
لتسمية المكونات والمؤشرات:

> اضغط على **المصدر** V1 لتحديده. 1

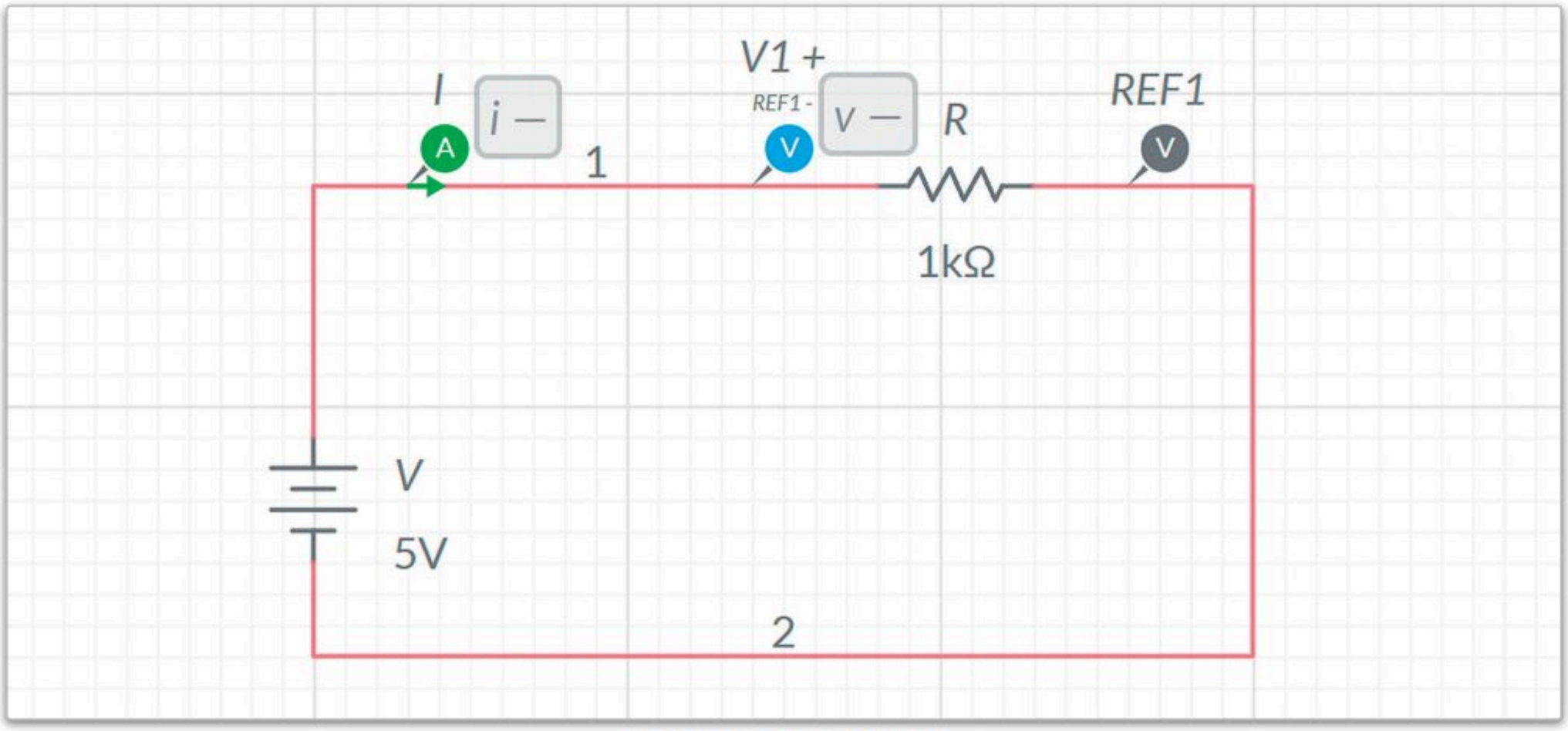
> اضغط مرةً أخرى على **المصدر** V1 لفتح صندوق: ID (المُعرف). 2

> غيّر الاسم إلى V. 3

من المهم تسمية المكونات وأجهزة القياس الموجودة في الدائرة.

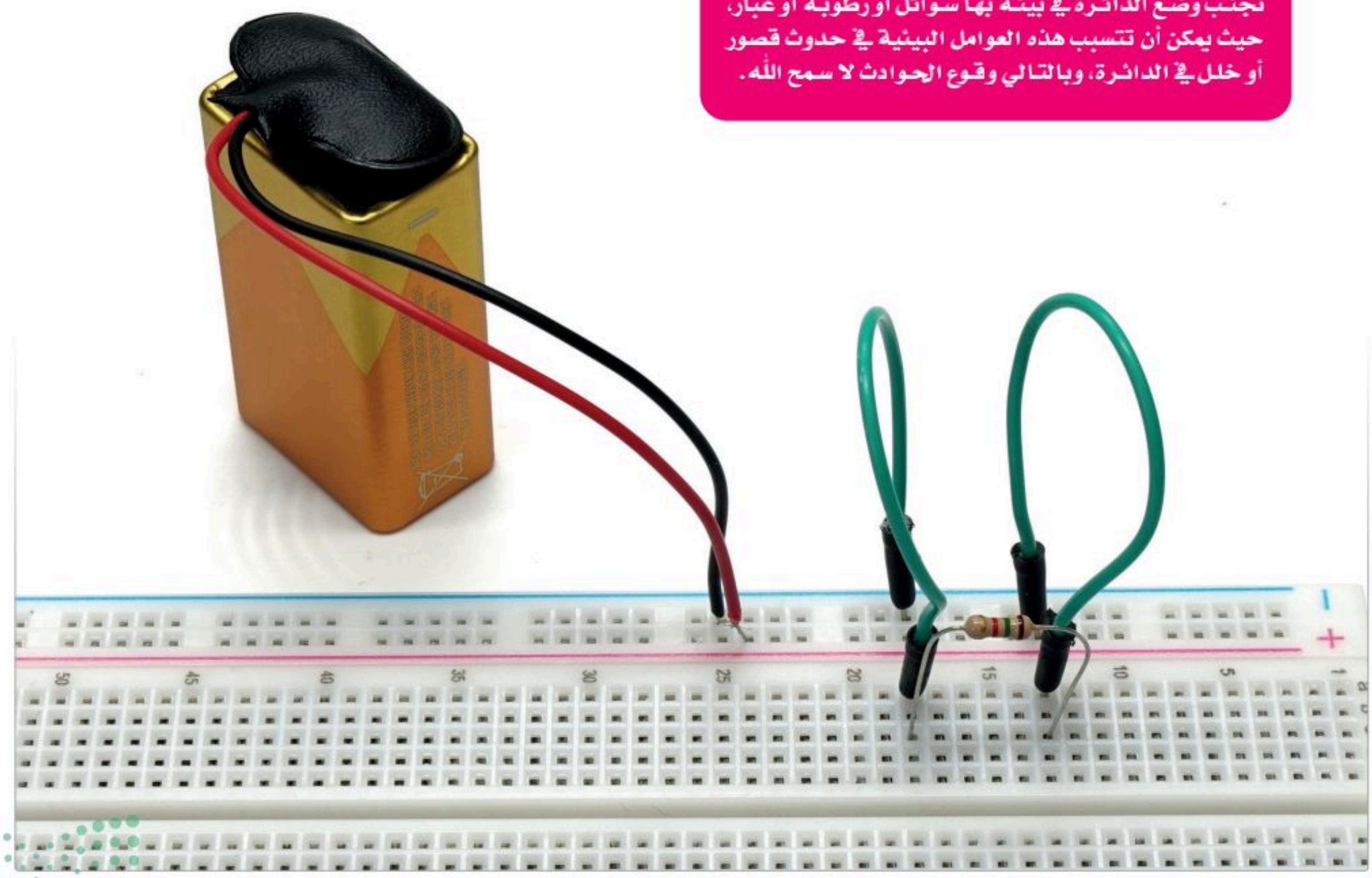


وفي النهاية ستظهر الدائرة بهذه الصورة.



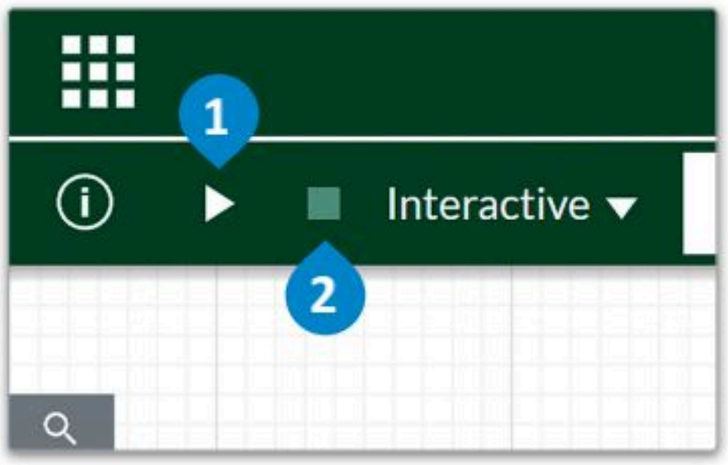
شكل 2.16: تسمية المكونات والمؤشرات

تجنَّب وضع الدائرة في بيئة بها سوائل أو رطوبة أو غبار، حيث يمكن أن تتسبب هذه العوامل البيئية في حدوث قصور أو خلل في الدائرة، وبالتالي وقوع الحوادث لا سمح الله.



شكل 2.17: مثال على توصيل دائرة حقيقية

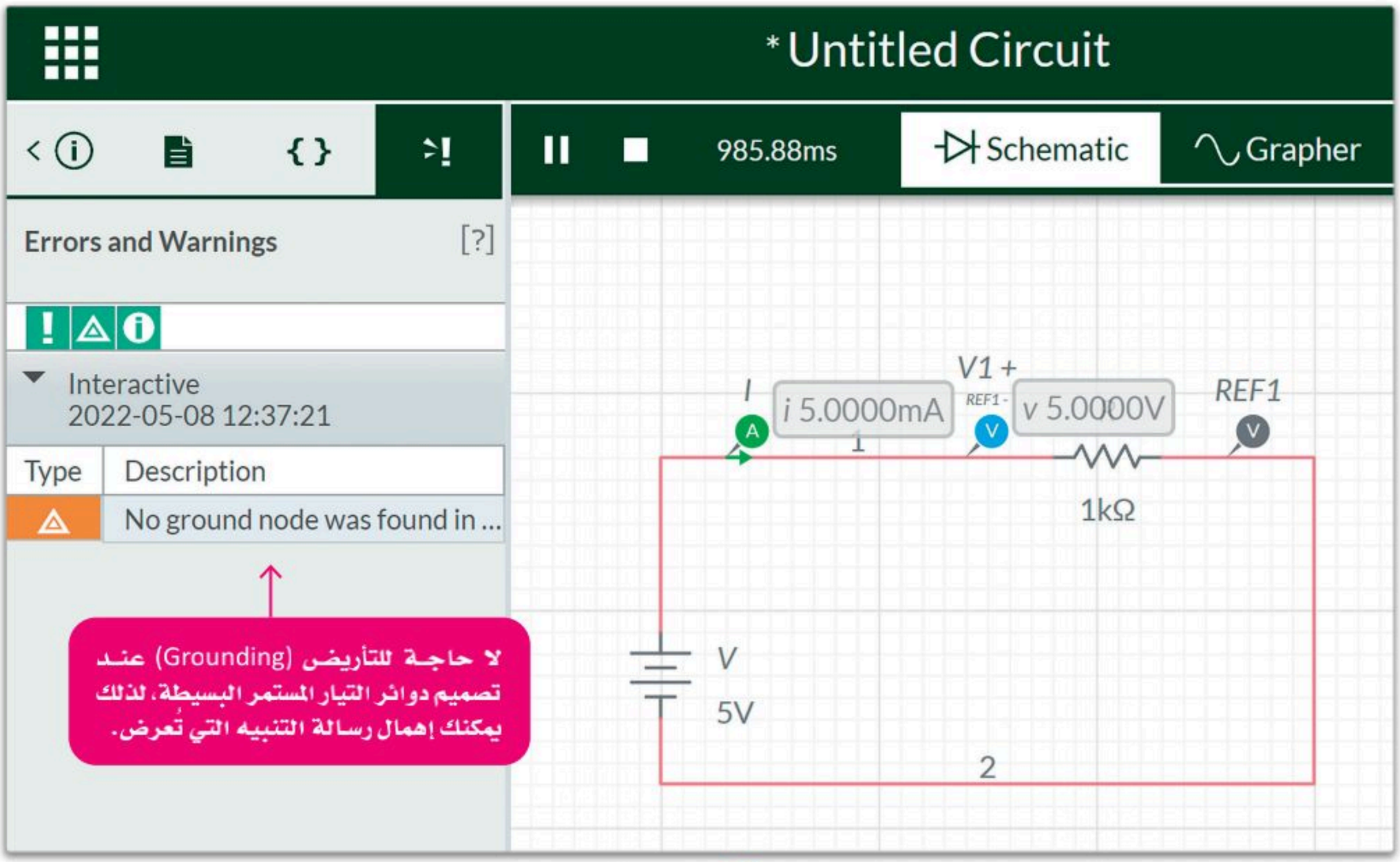
والآن أصبحت الدائرة جاهزة لتشغيل المحاكاة ومعاينة القياسات من المجسات.



لتشغيل المحاكاة:

> اضغط على Run simulation (تشغيل المحاكاة) لبعض الوقت. 1

> اضغط على stop/reset simulation (إيقاف/ إعادة ضبط المحاكاة). 2



شكل 2.18: تشغيل المحاكاة

الآن وقد صمَّمت الدائرة بقيم المصدر والمقاومة، يمكنك التحقق من قانون أوم:

ونتيجة لذلك $$5\text{mA} = \frac{5\text{V}}{1\text{k}\Omega} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = \frac{5}{10^{3}}$$

تم التحقق من قانون أوم من خلال القيم التي تعرضها أدوات القياس.

يمكنك دائمًا حفظ مشروعك لاستخدامه لاحقًا.

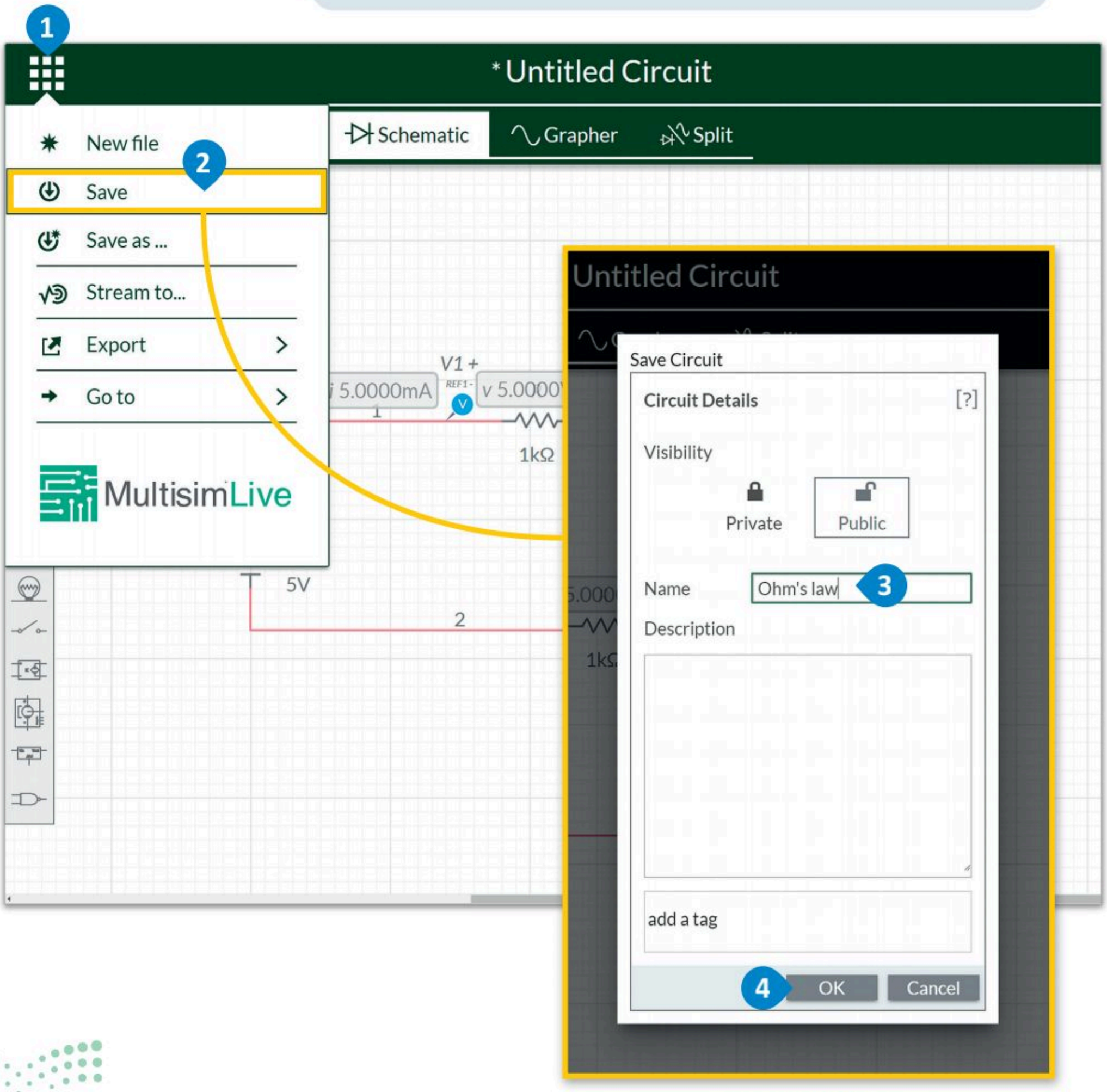
لحفظ المشروع:

> اضغط على File navigation menu (قائمة تصفح الملفات). 1

> اضغط على Save (حفظ). 2

> من نافذة Save Circuit (حفظ الدائرة)، غيّر الاسم إلى Ohm's law (قانون أوم). 3

> اضغط على OK (موافق). 4



شكل 2.19: حفظ المشروع

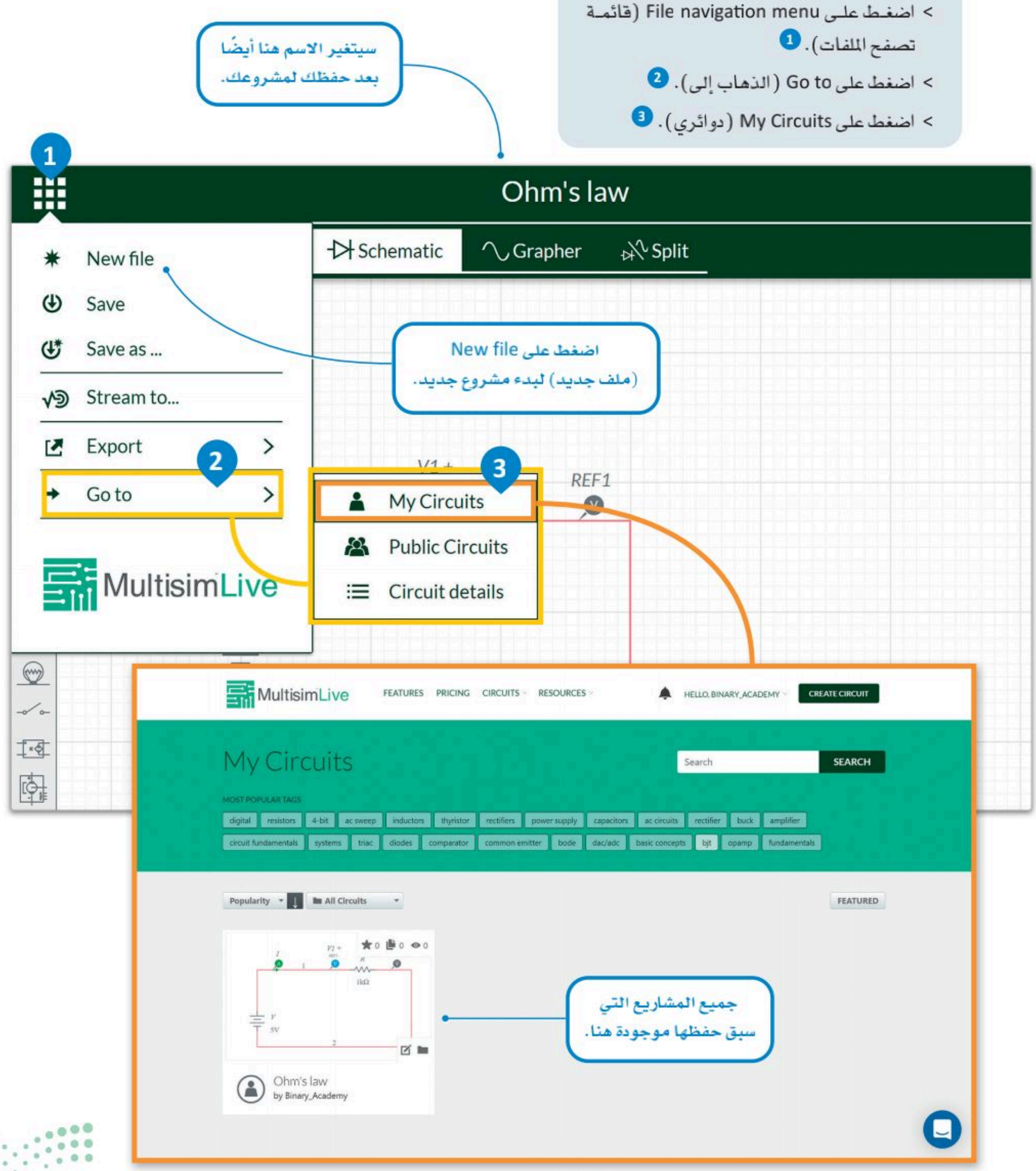
لاستعراض الدوائر السابقة التي صممتها، يمكنك الانتقال إلى خيار **دوائري** (My Circuits).

لفتح مشروع:

> اضغط على File navigation menu (قائمة تصفح الملفات). 1

> اضغط على Go to (الذهاب إلى). 2

> اضغط على My Circuits (دوائري). 3



شكل 2.20: فتح مشروع

مثال 1 : التوصيل على التوالي Series Connection

في الدوائر التي تكون توصيلاتها على التوالي كما يظهر في المثال، يمكنك أن تلاحظ ما يلي:

$V_T = V_1 + V_2$

وينتج عنها:

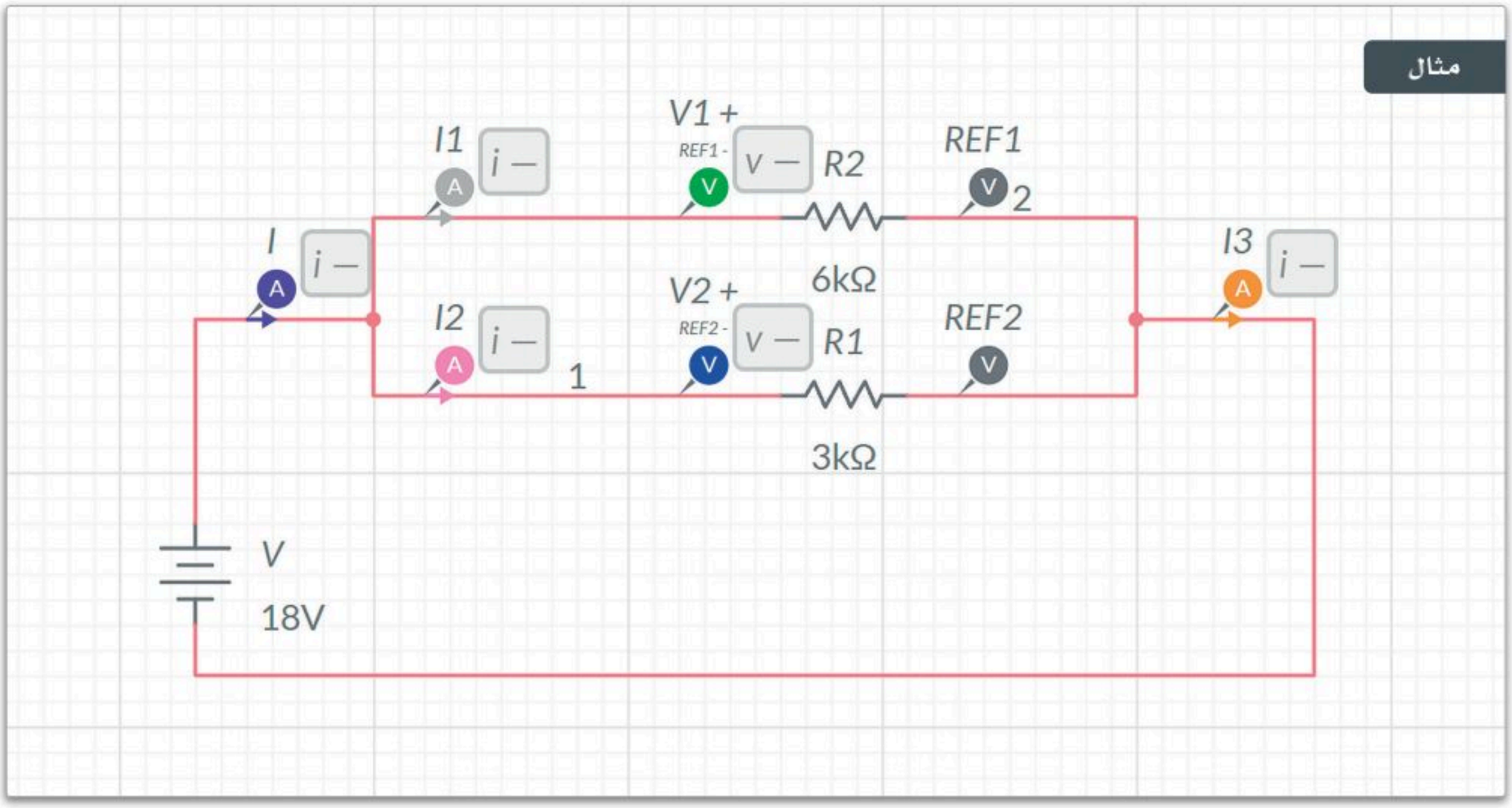
$5V = 1V + 4V$

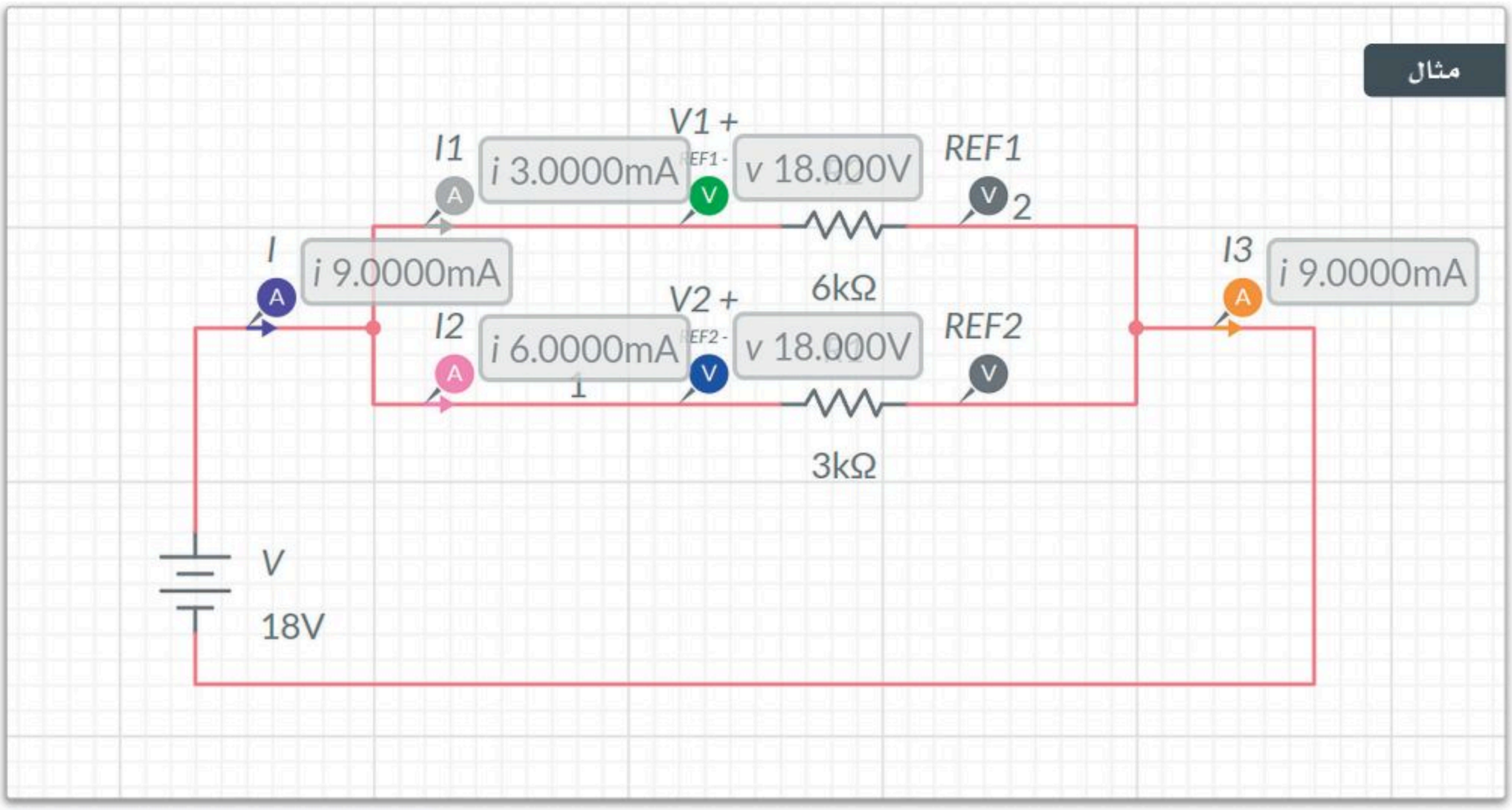
القيم التي تعرضها أدوات القياس تؤكد النتائج، وستلاحظ أيضًا أن جهازي الأميتر يعرضان شدة التيار ذاتها:

$I = 1mA$

مثال 2 : التوصيل على التوازي Parallel Connection

في الدوائر التي تكون توصيلاتها على التوازي كما يظهر في المثال، يمكنك أن تلاحظ ما يلي:



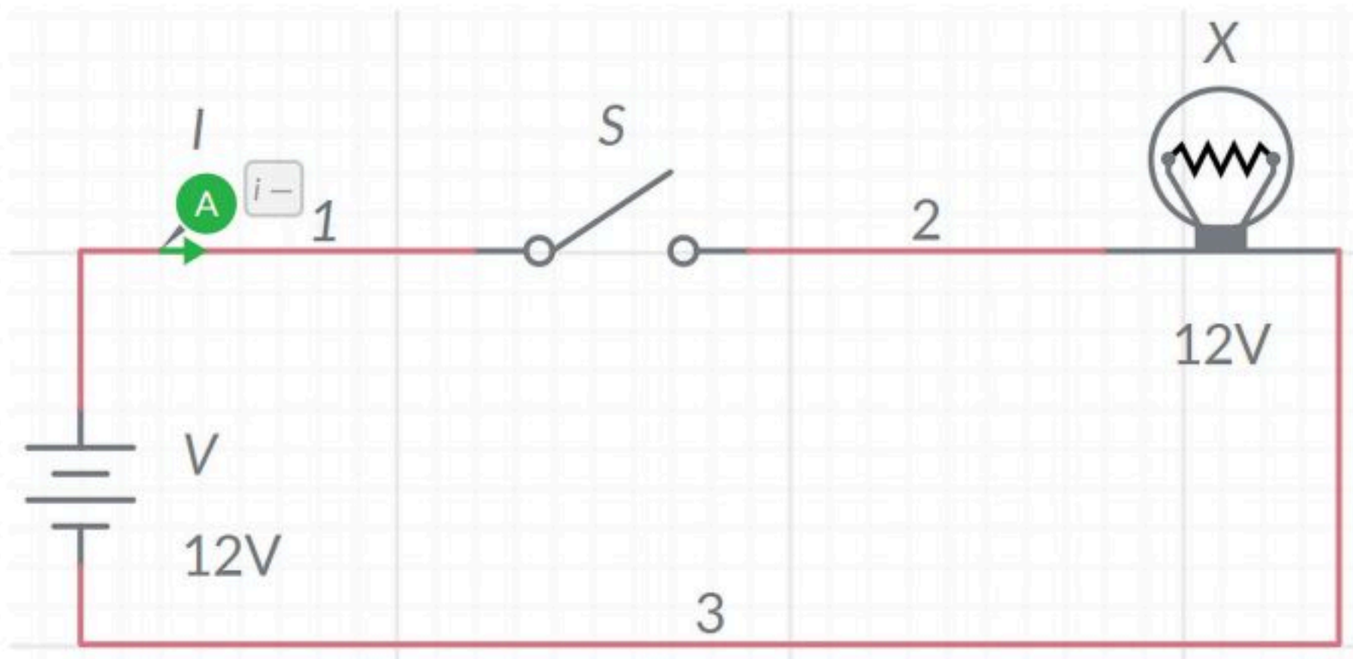


$V_T = V_1 = V_2 = 18V$

$I_T = I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow 9mA = 3mA + 6mA = 9mA$

تمرينات

1 صمِّم الدائرة الآتية:



1. شغِّل وضع المحاكاة، ثم أغلق المفتاح S، واكتب ما تلاحظه.

_____

_____

2. صِل الأميتر بالدائرة، واكتب القيمة التي يعرضها.

_____

_____

3. غيِّر قيمة المصدر إلى 5V ثم إلى 1V، ماذا تلاحظ في كل حالة؟

_____

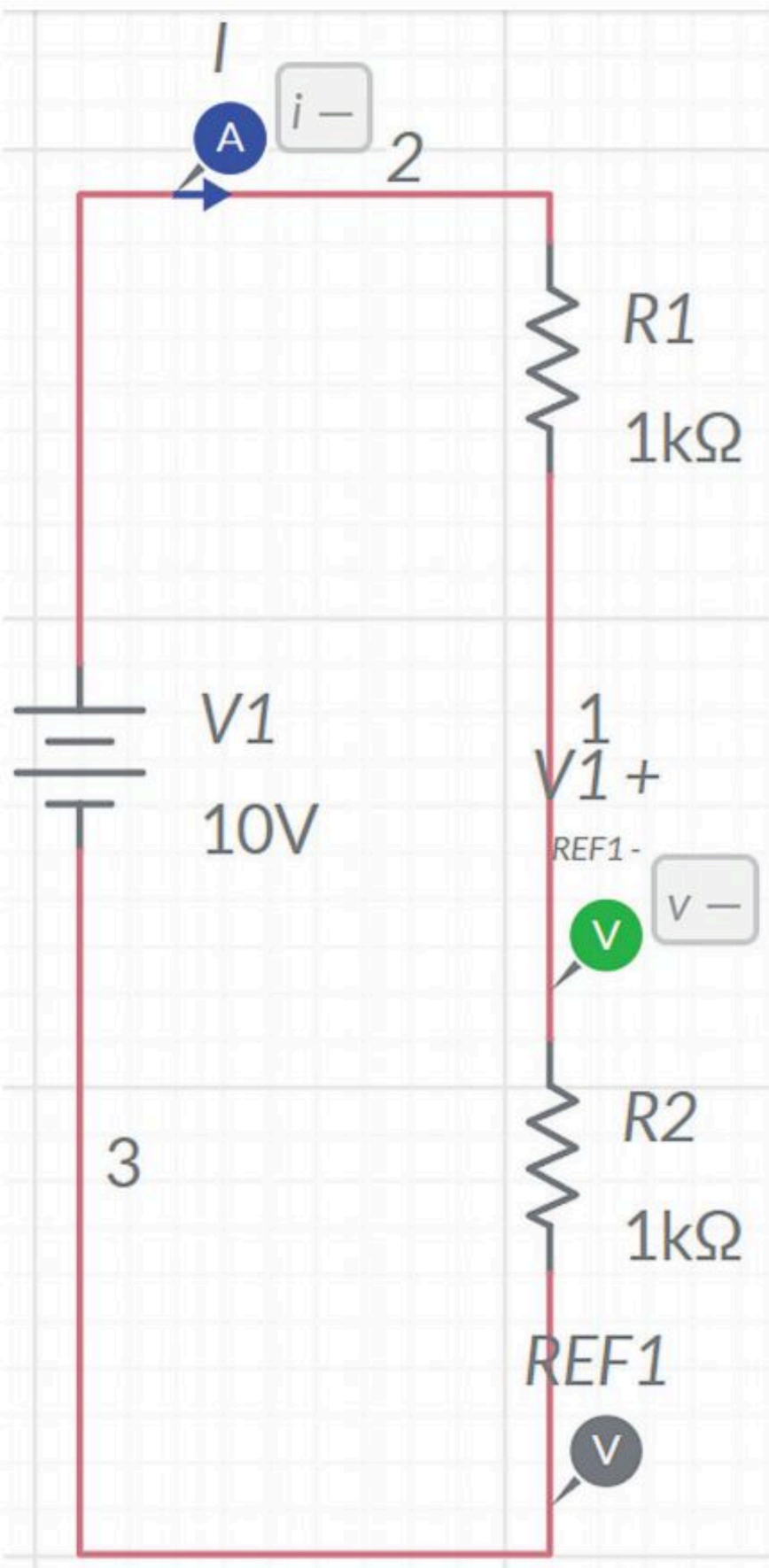
_____

4. غيِّر قيمة المصدر إلى 15V ثم إلى 20V، ماذا تلاحظ في كل حالة؟

_____

_____

2 صمِّم الدائرة الآتية:



راقب ودوِّن القيم التي تعرضها أجهزة القياس في الجدول أدناه.

أجهزة القياس	القيم
الأميتر	
الفولتميتر	

ماذا تلاحظ حول فرق الجهد المار عبر R2؟ وضِّح إجابتك.

_____

_____

_____

_____

_____

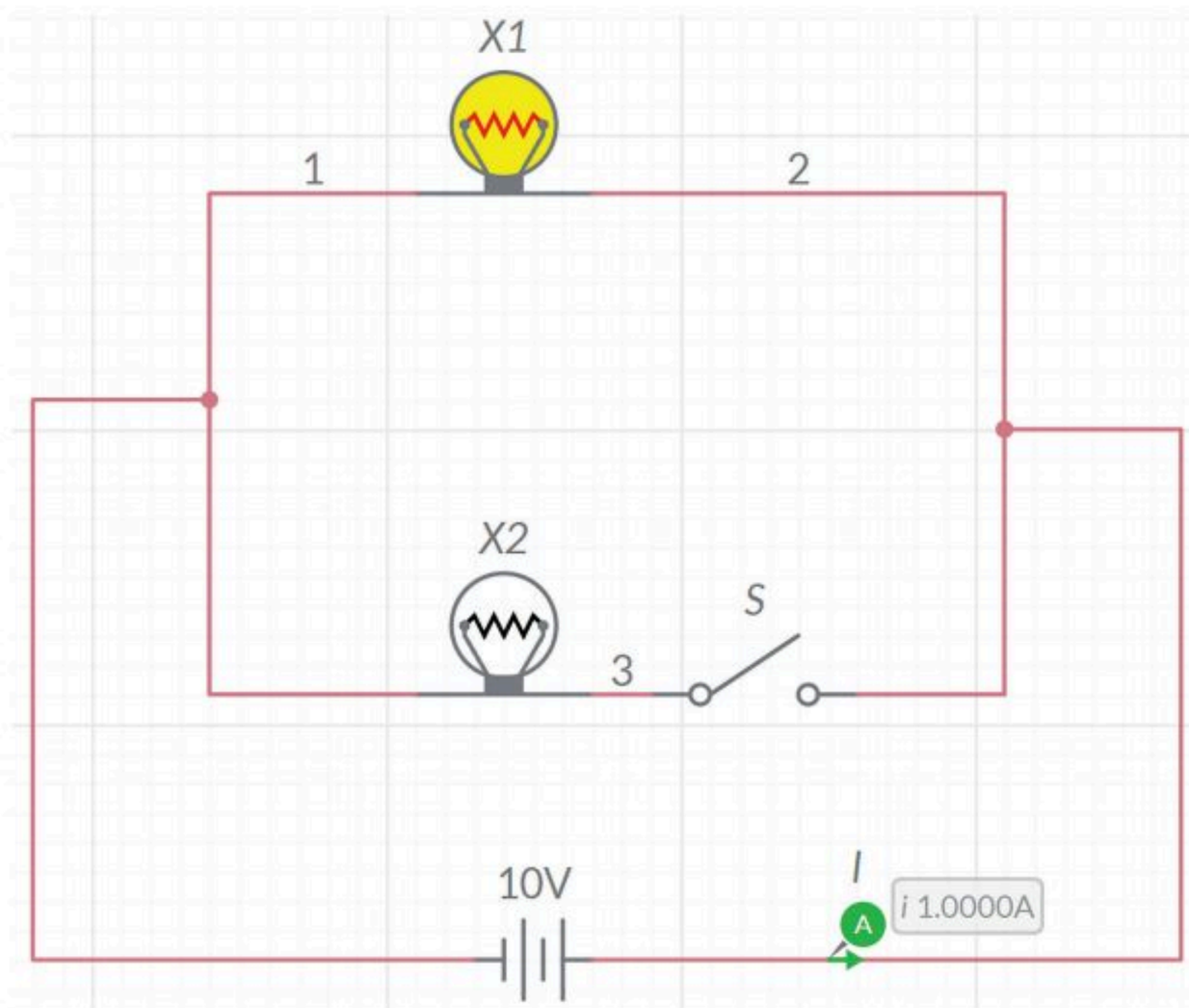
_____

_____

_____

3 صمِّم الدائرة الآتية:

اضبط المصباحين X1 و X2 على جهد تشغيل 10V.



شغِّل عرض المحاكاة واكتب ما تلاحظه حول المصباحين. اشرح ملاحظتك.

_____

_____

_____

_____

أغلق المفتاح S، ماذا تلاحظ بشأن المصباحين وجهاز الأميتر؟ اشرح ملاحظتك.

_____

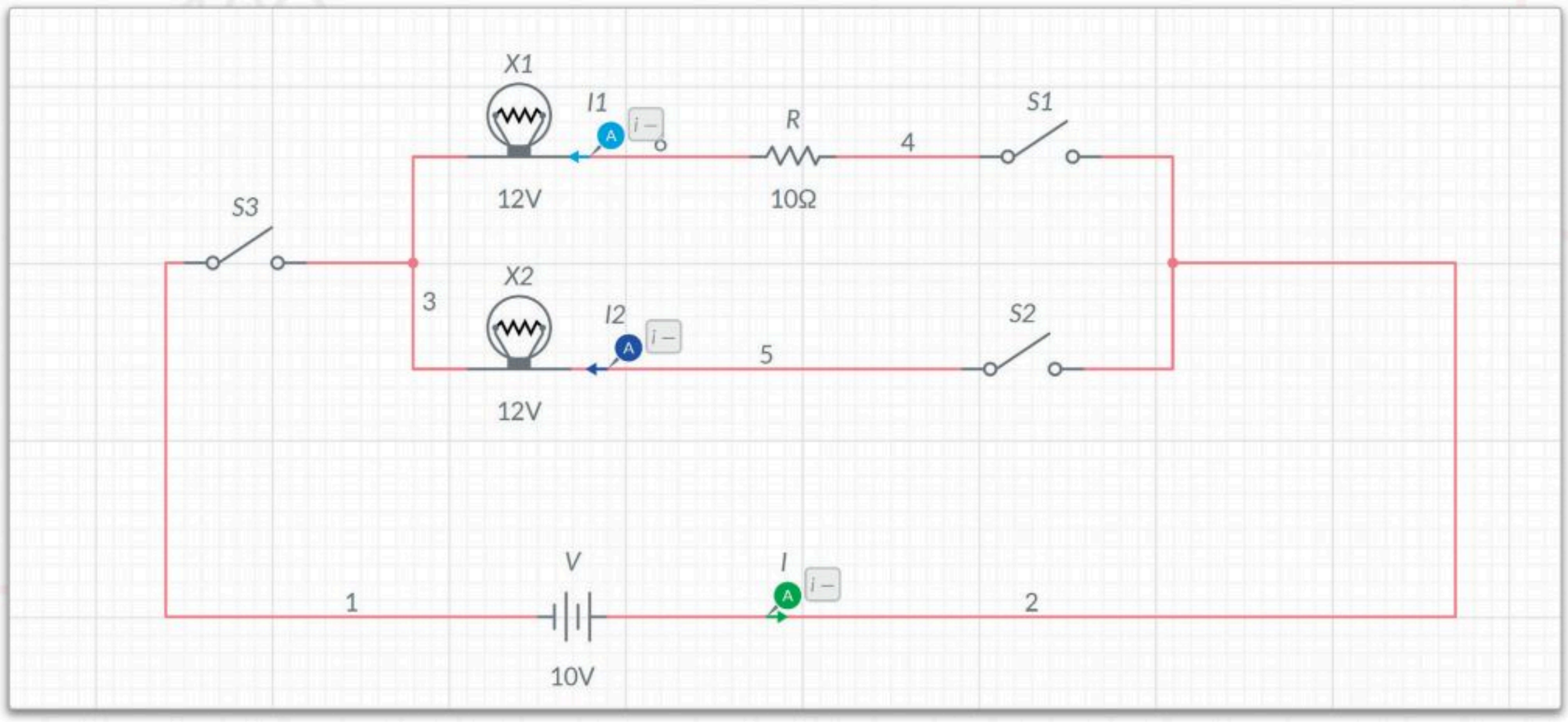
_____

_____

_____

المشروع

صمِّم الدائرة الآتية:



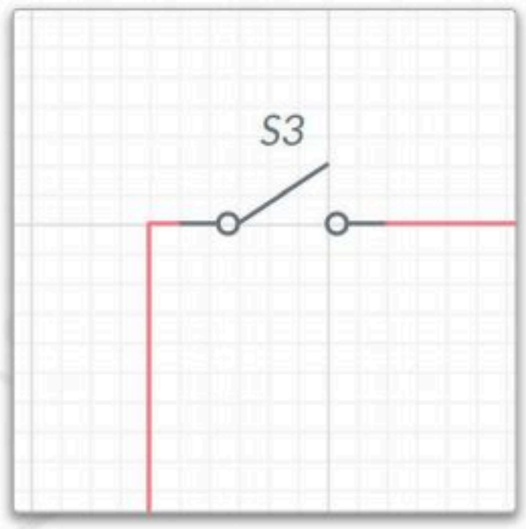
صِل المصباحين X1 و X2 بهذه الدائرة بحيث يعملان بشكل طبيعي عند فرق جهد 12V فولت، ويتعرضان للتلف عند فرق جهد أكبر من 15V.

صِل مقاومة واحدة على التوالي مع X1 تكون قيمتها R مساوية 10Ω.

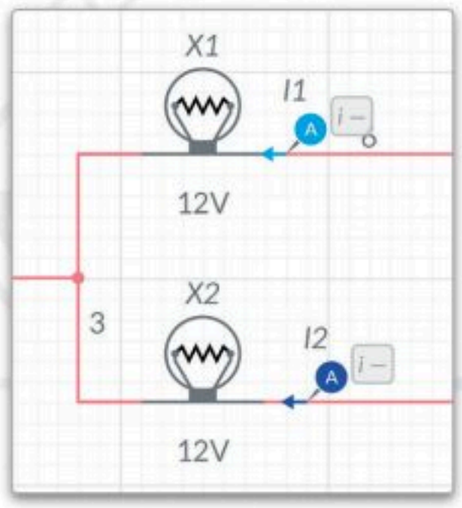
صِل المفاتيح الثلاثة S1 و S2 و S3 ذات المقاومة الضئيلة جدًا في الدائرة وقيمتها $10^{-7}\Omega$ عند إغلاق الدائرة وفق البرنامج، وحيث يمكن اعتبار تلك القيم مهملة.

صِل أجهزة الأميتر الثلاث لقياس شدة التيار في كل فرع من فروع الدائرة.

نفِّذ الآتي:



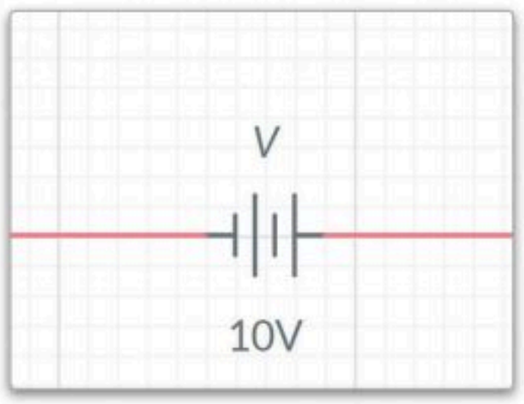
- افتح المفتاح S3. ماذا تلاحظ؟ اشرح ما تلاحظه.
- مع إغلاق المفتاح S3 وفتح المفتاح S2، أغلق المفتاح S1. ماذا تلاحظ؟ اشرح ما تلاحظه.
- مع اغلاق المفتاحين S3 و S1، أغلق كذلك المفتاح S2 أيضًا. ماذا تلاحظ؟ اشرح ما تلاحظه.



أوجد العلاقة بين قيم شدة التيار I_T و I1 و I2 من قراءات أجهزة القياس.

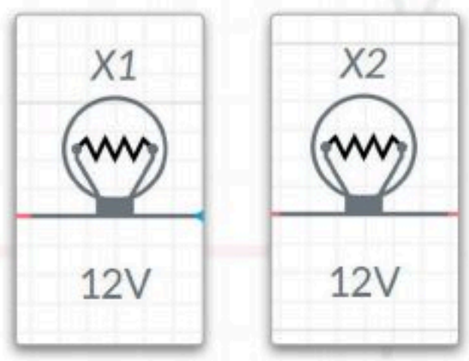
أوجد قيمة المقاومة R1 من قيمة فرق الجهد V1 وشدة التيار I1، ثم أوجد قيمة المقاومة R2 من قيمة فرق الجهد V2 وشدة التيار I2.

حيث: R1 هي مقاومة المصباح X1، و R2 هي مقاومة المصباح X2.



- بعد إيقاف المحاكاة، غيِّر قيمة المصدر من 10V إلى 20V، وأغلق المفتاحين S1 وS2.
- ثم أغلق المفتاح S3 واكتب ما تلاحظه حول المصباحين X1 وX2. دوِّن أيضًا ما تلاحظه حول قيم شدة التيار الحالية I_T و I1 و I2.

أغلق المفتاح S2 مع الإبقاء على المفتاحين S3 و S1 مفتوحين. دوِّن ما تلاحظه حول المصباحين X1 وX2. اشرح ملاحظاتك.



ماذا تعلّمت

- التمييز بين التيار الكهربائي المتردد والمستمر.
- خطوات عمل الدوائر البسيطة.
- تطبيق قانون أوم.
- استخدام برنامج ملتي سيم لايف لتصميم ومحاكاة الدوائر الإلكترونية.
- استخدام المجسات وذلك لقياس فرق الجهد وشدة التيار في عرض المحاكاة.

المصطلحات الرئيسة

AC	تيار متردد	Node	عُقدة
Ammeter	أميتر	Ohm	أوم
Ampere	أمبير	Ohmmeter	أوميتر
Coulomb	كولوم	Resistor	مقاومة
Current	التيار الكهربائي	Source	مصدر
DC	تيار مستمر	Volt	فولت
Electrons	إلكترونات	Voltage	فرق الجهد
Joule	جول	Voltmeter	فولتميتر
Multimeter	ملتميتر	Watt	واط

3. الدوائر الرقمية

سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على أسس الجبر المنطقي البوليني، وسيتعرّف أيضًا على كيفية استخدام مخططات كارنوف (Karnaugh)، وختامًا سيستخدم الطالب برنامج المحاكاة لرسم الدوائر المختلفة .

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يتعرّف على أساسيات الدوائر الرقمية.
- يتعرّف على قواعد الجبر البوليني.
- يُطبِّق الجبر البوليني لتبسيط الدوال.
- يُميِّز بين البوابات المنطقية.
- يُنشئ دوال منطقية من خلال دمج مجموعة من البوابات المنطقية معًا.
- يُطبِّق مخططات كارنوف لتبسيط التصاميم المنطقية.
- يتعرّف على المكونات الأساسية للدوائر الرقمية.
- يُحدِّد ماهية الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits-IC).
- يُحاكي الدوائر الرقمية المصممة باستخدام برنامج ملتي سيم لايف (Multisim Live).

الأدوات

- برنامج ملتي سيم لايف (Multisim Live)

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

الدوائر الرقمية

أساسيات الدوائر الرقمية
Basics of the Digital Circuit

تُستخدم الدوائر الرقمية لتنفيذ العمليات والمنطق البوليني في الأنظمة. يكمن الاختلاف الأساسي بين الدوائر **الرقمية** والدوائر **الكهربائية** في أن الإشارات الكهربائية تعمل بإشارات مستمرة حيث يتدفق التيار الكهربائي عبر الدائرة، بينما تكون مُدْخَلات الإشارات الرقمية في تلك الدوائر إحدى القيمتين 0 و1. تُستخدم الدوائر الرقمية في الدوائر المتكاملة وفي وحدات التحكم الدقيقة لتخزين المعلومات وتنفيذ الدوال المنطقية بالتزامن مع ربطها بالدوائر الكهربائية. يوجد نوعان رئيسان للدوائر الرقمية:

الدوائر التوافقية Combinational Circuits

تستقبل هذه الدوائر مُدْخَلات وقيم، وتنتج مُخْرَجاتها بناءً على الدالة المنطقية التي صُممت.

من أنواع الدوائر التوافقية:

- **الدامج** (Multiplexer): يستقبل مُدْخَلات متعددة من مصدر رقمي ويُخرج قيمة واحدة.
- **المُفرِق** (Demultiplexer): يستقبل قيمة مُدْخَلة واحدة ويُخرج قيمًا متعددة.
- **المُشفرات** (Encoders): تحول الإشارة المُدْخَلة إلى نتيجة ثنائية مُشفرة.
- **دوائر فك التشفير** (Decoders): تعمل بشكل معاكس للمُشفرات، فهي تعيد تكوين الإشارة الأصلية التي ينتجها المُشفر.

الدوائر المتسلسلة Sequential Circuits

تستقبل هذه الدوائر المُدْخَلات والمُخْرَجات التي أُنتجت بواسطة المُخْرَجات السابقة للدائرة، ومن أمثلة الدوائر المتسلسلة ما يلي:

القلابات (Flip-Flops): **تُستخدم لتخزين الإشارات الرقمية المتسلسلة.**

العدادات (Counters): **تستخدم لعمليات العد والتنسيق والمتابعة للمكونات الأخرى بالدوائر.**

الجدول 3.1: حالات الدوائر الرقمية

الحالة	الأرقام الثنائية
صواب	1
خطأ	0

الجدول 3.2: المستويات الفولتية الشائعة

المستوى المنطقي	الرقم الثنائي	الجهد بالفولت
5 فولت	1	5
	0	0
3.3 فولت	1	3.3
	0	0

معلومة

يمكن العثور على **الإشارات التماثلية** (Analog Signals) في كل مكان في الطبيعة، أما الإشارات الرقمية فهي إشارات من صنع الإنسان. يكمن الاختلاف بين هذين النوعين من الإشارات في أن الإشارات التماثلية تتباين في التردد والسعة الموجية، بينما تقتصر الإشارات الرقمية على حالتي التشغيل أو الإيقاف، واللتان يتم تمثيلهما بالقيم 0 و 1. يُطلق على هذا التمثيل اسم النظام الثنائي.

الجبر البوليني Boolean Algebra

يُعرف الجبر البوليني بتكونه من مجموعة تتألف من عنصرين: {0 ، 1}، وبه تُستخدم العمليات المنطقية: عملية **AND** ويتم تمثيلها بالرمز **(·)**، وعملية **OR** ويتم تمثيلها بالرمز **(+)**، وتتحقق هاتان العمليتان من القواعد الآتية:

إذا كان العنصران A و B ينتميان إلى مجموعة {0 ،1} فإن:

$$A + B = B + A = Y$$

$$A \cdot B = B \cdot A = Y$$

ينتمي المُخْرَج Y الخاص بعمليات (+) و (·) إلى المجموعة {0 ،1}.

خصائص عملية AND في الجبر البوليني:

$$A \cdot 1 = A$$

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A \cdot A = A$$

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

خصائص عملية OR في الجبر البوليني:

$$A + 1 = 1$$

$$A + 0 = A$$

$$A + A = A$$

$$A + \overline{A} = 1$$

قانون التوزيع في الجبر البوليني:

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

قانون النفي المزدوج:

$$\overline{\overline{A}} = A$$

مثال: إذا كانت $A = 0$ فإن $\overline{A} = 1$ ، بينما إذا كانت $A = 1$ فإن $\overline{A} = 0$

تنطبق القواعد المذكورة بنفس الشكل على منطق العمليات.

العملية	التعبير
AND	$A \cdot B$
OR	$A + B$

قد تحتوي البوابات المنطقية على أكثر من مُدْخَلين، ولكن لها مُخْرَج واحد فقط.

نظرية ديمورجان DeMorgan's Theory

لتتمكن من حل بعض العمليات المعقدة، يمكنك استبدال كل عنصر بمتممه وتغيير كل عملية AND إلى OR أو العكس.

النظرية

$$\overline{(A \cdot B \cdot C)} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$$

$$\overline{(A + B + C)} = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$$

مثال:

لتتعرف على طريقة استخدام **جدول الحقيقة** (Truth Table) والجبر البوليني لإثبات العلاقة الآتية:

$$Y = (A + B) \cdot (A + C) = (A + B \cdot C)$$

ستنشئ **جدول الحقيقة** حيث تمثل متغيرات الدوال داخل الصفوف، وتُمثل الأعمدة المعادلة التي يجب حسابها.

يتطابق كلا العمودين، مما يعني أنهما متساويان.

قيم الإدخال

$(A + B \cdot C)$	$(A + B) \cdot (A + C)$	$(B \cdot C)$	$(A + C)$	$(A + B)$	C	B	A
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

لتثبت الآن صحة الدالة باستخدام قواعد الجبر البوليني التي تعلمتها.

$$Y = (A + B) \cdot (A + C) = \boxed{(A + B \cdot C)}$$

$$\begin{aligned} Y = (A + B) \cdot (A + C) &= A \cdot A + A \cdot C + B \cdot A + B \cdot C \\ &= A + A \cdot C + B \cdot A + B \cdot C \\ &= A \cdot \boxed{(1 + C + B)} + B \cdot C \\ &= \boxed{A \cdot 1} + B \cdot C \\ &= \boxed{(A + B \cdot C)} \end{aligned}$$

$(1 + C + B) = 1$

$A \cdot 1 = A$

البوابات المنطقية Logic Gates

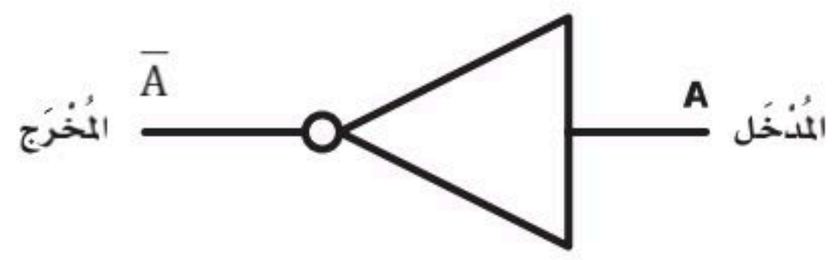
تُعدُّ البوابات المنطقية مكونات إلكترونية صغيرة الحجم تستقبل مجموعة محددة من قيم المُدْخَلات، وتخرج قيمًا منطقية محددة وفق مجموعة القواعد الخاصة بالبوابات المنطقية. تُطبّق العمليات الحسابية للمنطق البوليني لإنتاج قيم المُخْرَجات المطلوبة، وتتميز كل بوابة منطقية بمجموعة فريدة من النتائج.

تُدمج البوابات المنطقية معًا لتصميم دوال أكثر تعقيدًا ومكونات أكثر تكاملية. فيما يلي تحليل لجميع البوابات المنطقية:

البوابة المنطقية NOT Logic Gate NOT

تستقبل بوابة **NOT** قيمة إدخال واحدة وتُخرج قيمة واحدة. يقوم معامل NOT المنطقي بعكس القيمة المُدْخَلة.

$$Y = \overline{A}$$

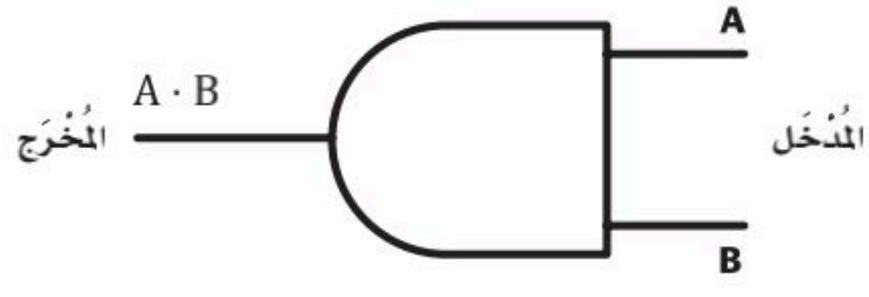


المُخْرَج NOT A	المُدْخَل A
1	0
0	1

البوابة المنطقية AND Logic Gate AND

تستقبل بوابة **AND** قيمتين كمُدْخَلات، وتحدد هاتان القيمتان قيمة المُخْرَج.

$$Y = A \cdot B$$

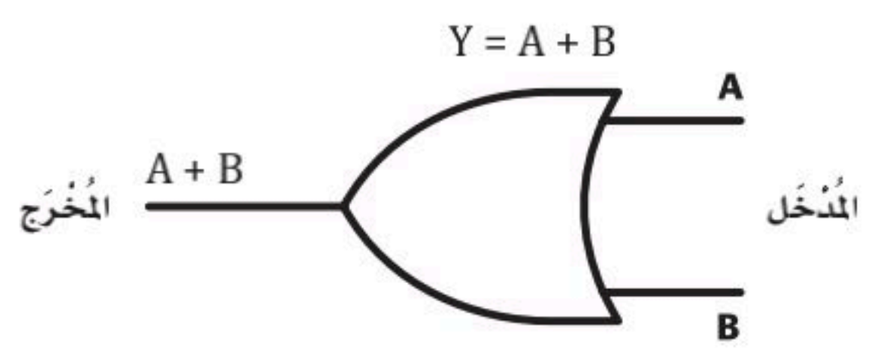


المُخْرَج A AND B	المُدْخَل B	المُدْخَل A
0	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	1

البوابة المنطقية OR Logic Gate OR

تستقبل بوابة **OR** قيمتين كمُدْخَلات، وتحدد هاتان القيمتان قيمة المُخْرَج.

$$Y = A + B$$

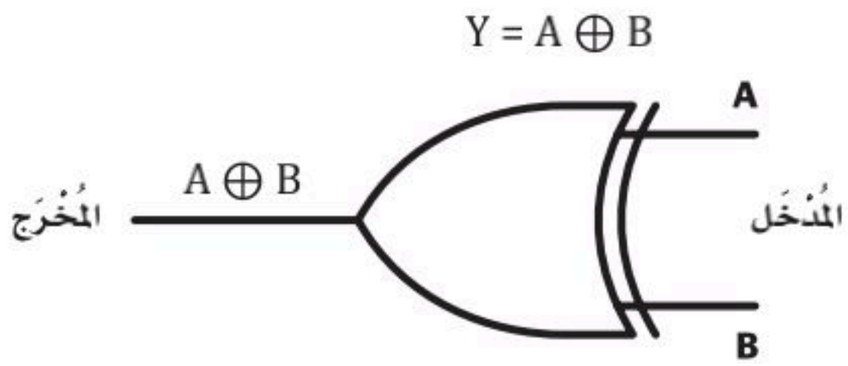


المُخْرَج A OR B	المُدْخَل B	المُدْخَل A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
1	1	1

البوابة المنطقية XOR Logic Gate XOR

تنتج البوابة **XOR** (والتي يُرمز لها بالرمز ($\oplus$) ويطلق عليها تسمية OR الإقصائية أيضًا) القيمة 0 إذا كان كلا المُدْخَلين متماثلين، وتنتج القيمة 1 إذا كانا مختلفين.

المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



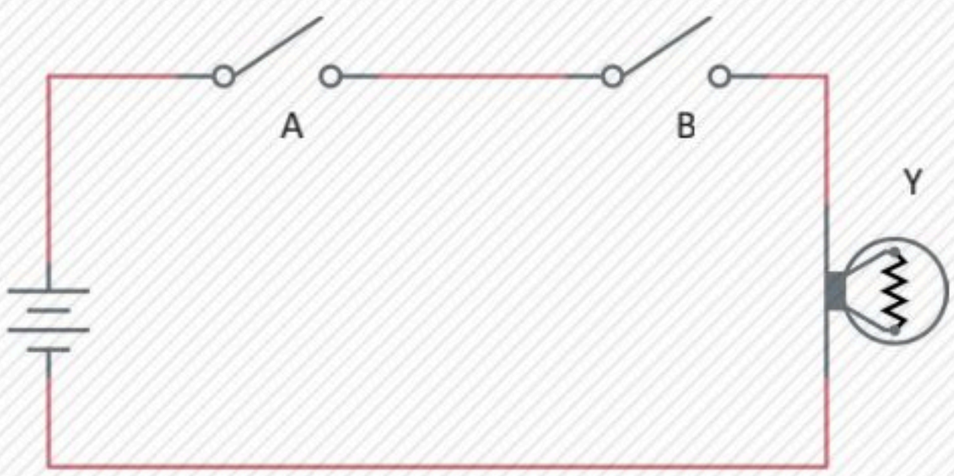
لتشاهد بعض الأمثلة في دائرة كهربائية بمصباح كهربائي.

مثال:

A AND B

سيضيء المصباح عند إغلاق كلا المفتاحين المتصلين على التوالي فقط.

المُدْخَل A	المُدْخَل B	المصباح A AND B
إيقاف	إيقاف	إيقاف
إيقاف	تشغيل	إيقاف
تشغيل	إيقاف	إيقاف
تشغيل	تشغيل	تشغيل

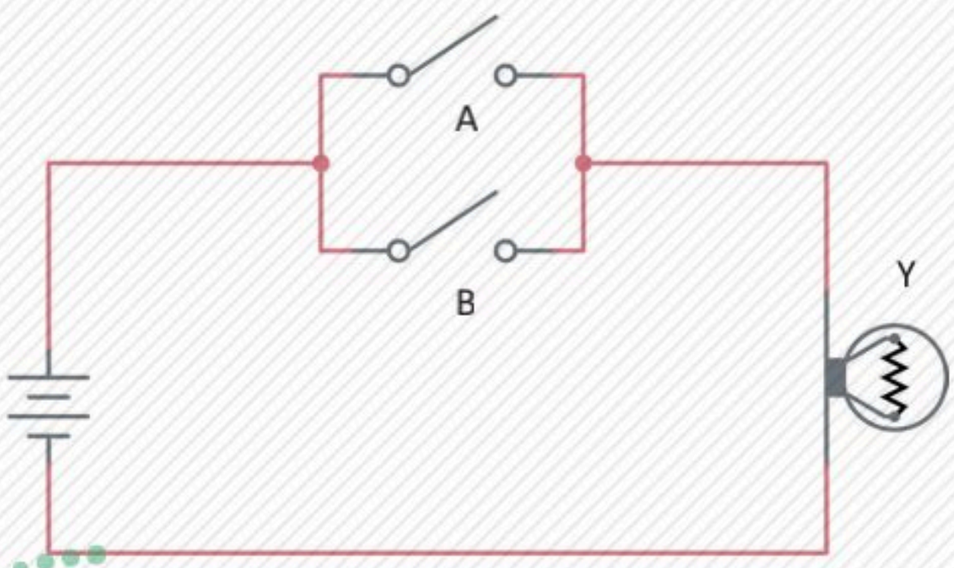


مثال:

A OR B

سيضيء المصباح عند إغلاق أيٍ من المفتاحين المتصلين على التوازي.

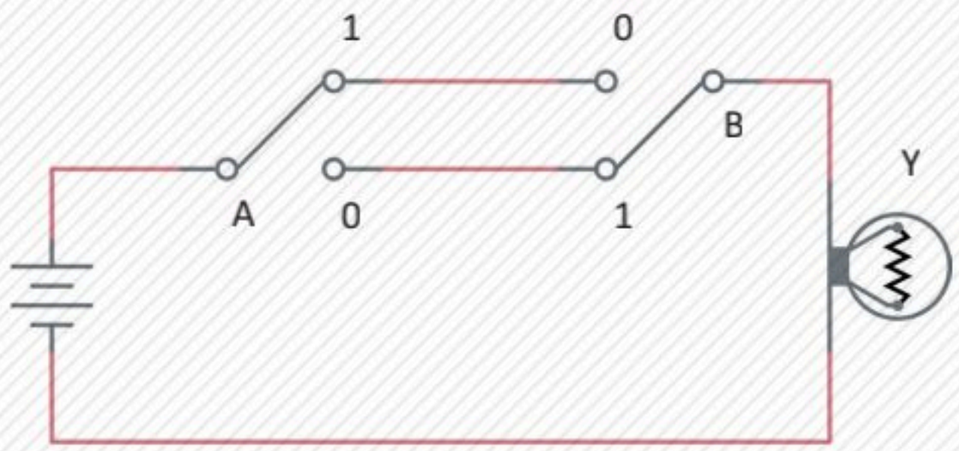
المُدْخَل A	المُدْخَل B	المصباح A OR B
إيقاف	إيقاف	إيقاف
إيقاف	تشغيل	تشغيل
تشغيل	إيقاف	تشغيل
تشغيل	تشغيل	تشغيل



مثال:

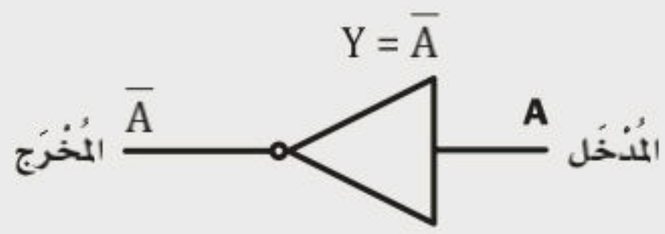
A XOR B

سيضيئ المصباح عندما يكون طرفا الإدخال مُتعاكسين في القيمة على المستوى المنطقي.



المُدْخَل A	المُدْخَل B	المصباح A XOR B
إيقاف	إيقاف	إيقاف
إيقاف	تشغيل	تشغيل
تشغيل	إيقاف	تشغيل
تشغيل	تشغيل	إيقاف

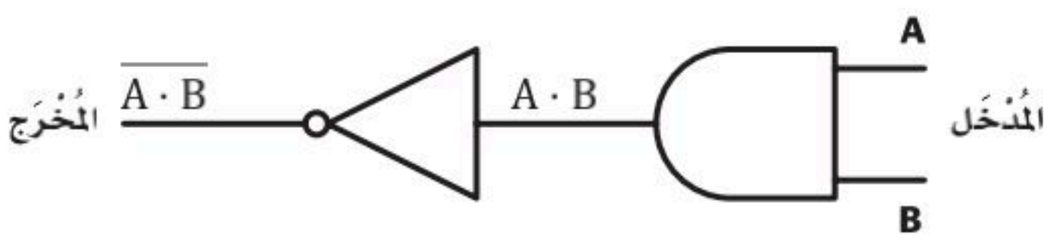
إذا تم توصيل مُخْرَجات البوابات المنطقية OR وAND وXOR بمُدْخَل بوابة النفي NOT المنطقية، فستظهر بعض البوابات المنطقية الجديدة. هيا بنا نتعرف على هذه البوابات الجديدة.



البوابة المنطقية NAND Logic Gate

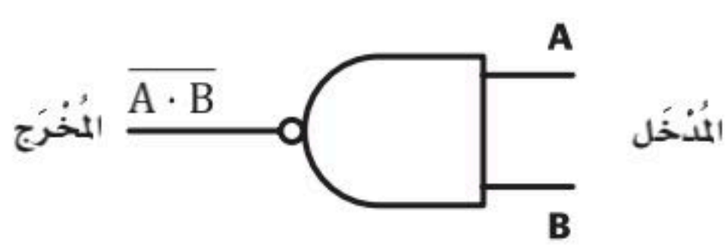
تقوم بوابة **NAND** المنطقية بعكسِ مُخْرَج بوابة AND المنطقية.

المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج NOT (A AND B)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



AND ⊸ NOT = NAND

$Y = \overline{A \cdot B}$

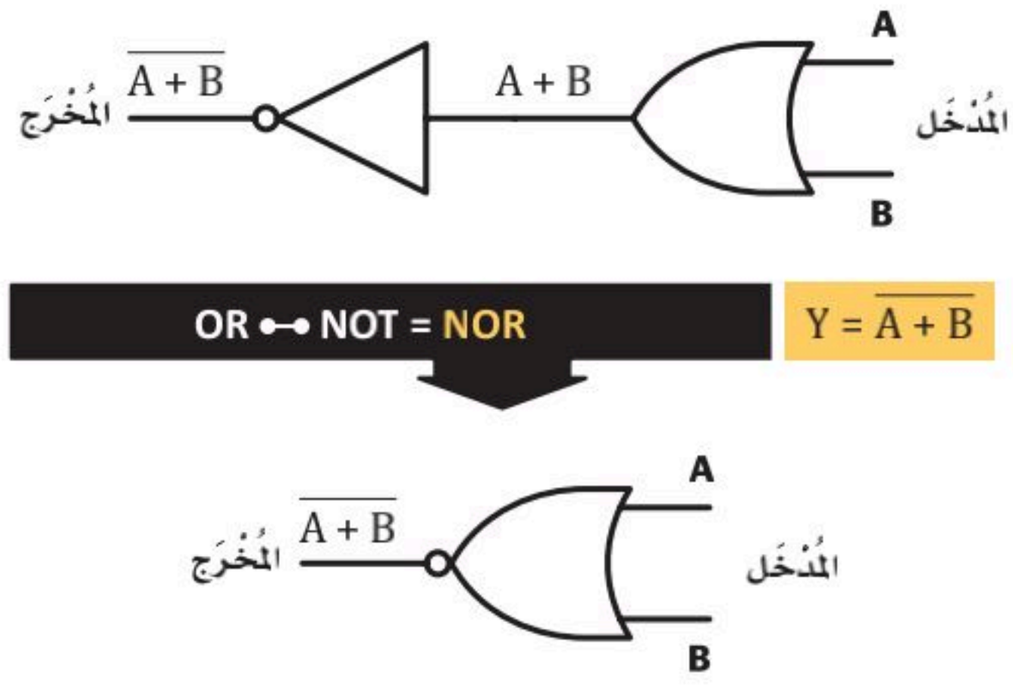


تُسمى مجموعة دوال AND أو OR المدمجة معًا والتي تليها بوابات NOT باسم NAND أو NOR. وتُمثل دوال NAND وNOR بعدد أقل من الترانزستورات في معظم الأنظمة المنطقية.

البوابة المنطقية NOR Logic Gate NOR

تقوم بوابة **NOR** المنطقية بعكس مُخْرَج بوابة OR.

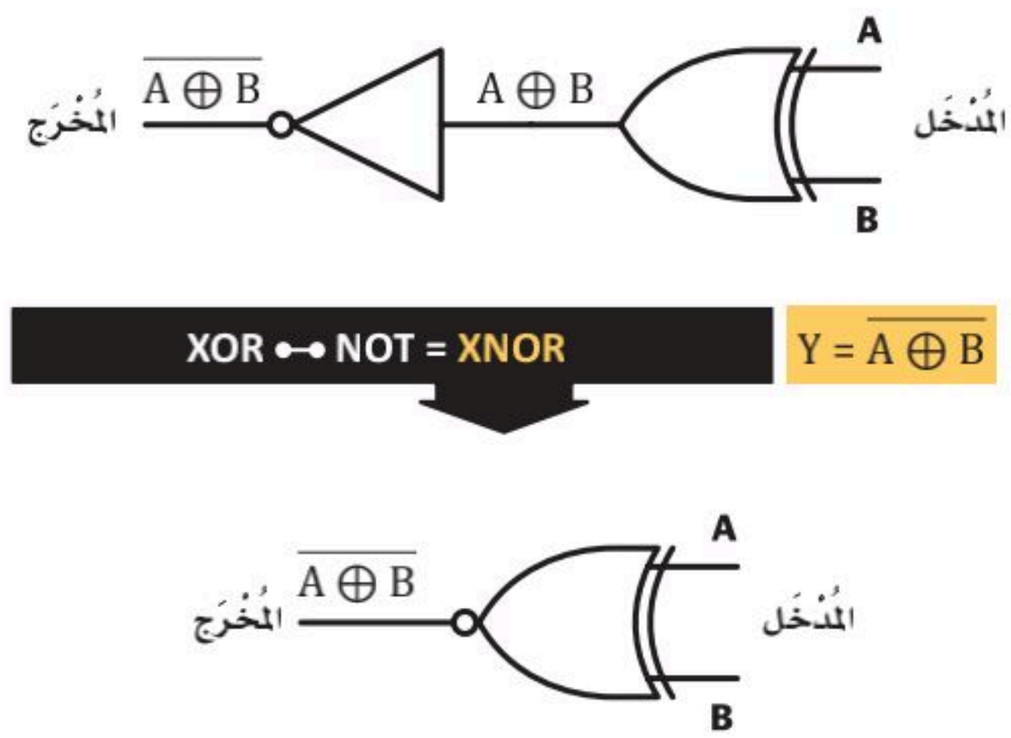
المُخْرَج NOT (A OR B)	المُدْخَل B	المُدْخَل A
1	0	0
0	1	0
0	0	1
0	1	1



البوابة المنطقية XNOR Logic Gate XNOR

تقوم بوابة **XNOR** بعكس مُخْرَج بوابة XOR، حيث يكون مُخْرَج هذه البوابة 0 إذا كان كلا المُدْخَلين مختلفين، و 1 إذا كانا متطابقين.

المُخْرَج NOT (A XOR B)	المُدْخَل B	المُدْخَل A
1	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	1



يوضِّح الجدول 3.3 العمليات المنطقية والتعبيرات لكل بوابة منطقية.

الجدول 3.3: العمليات المنطقية والتعبيرات

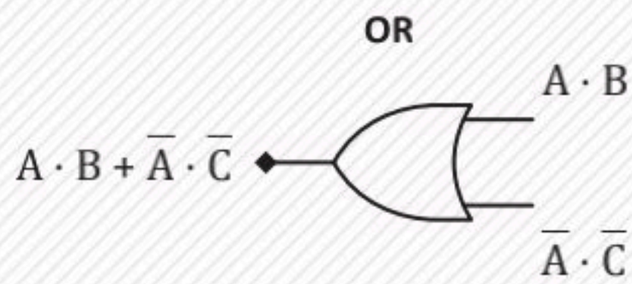
العملية المنطقية	NOT	AND	OR	XOR	NAND	NOR	XNOR
التعبير	$\overline{A}$	$A \cdot B$	$A + B$	$A \oplus B$	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A+B}$	$\overline{A \oplus B}$

لتسهيل عملية رسم دائرة البوابات المنطقية عند وجود دالة، تُرسم المُخْرَجات أولًا ويليها رسم المُدْخَلات. انظر المثال الآتي:

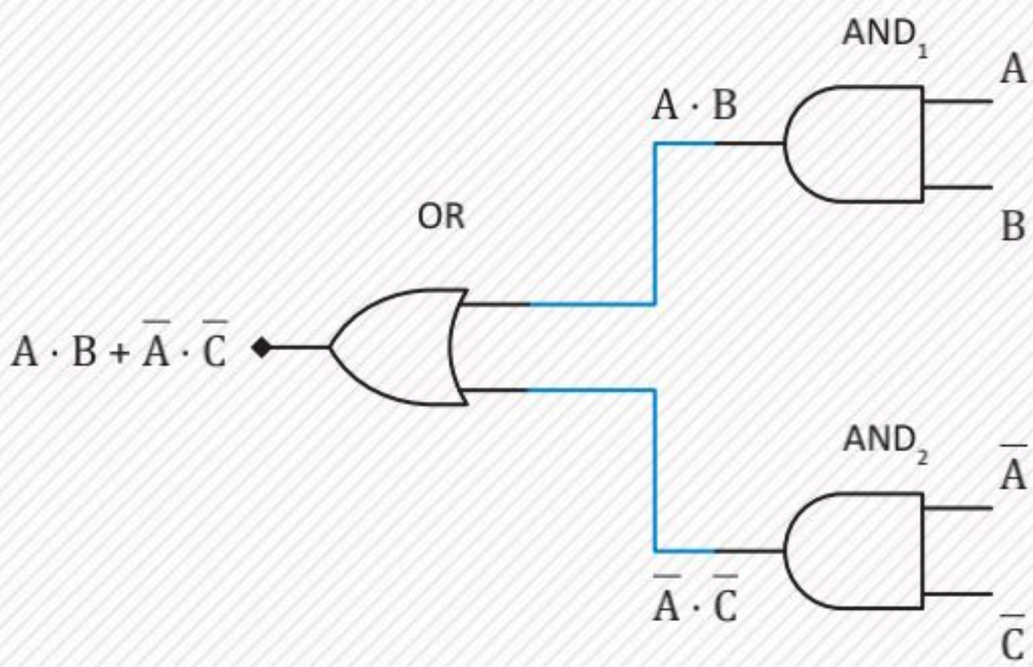
مثال:

أنشئ دائرة الدالة الآتية: $Y = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{C}$

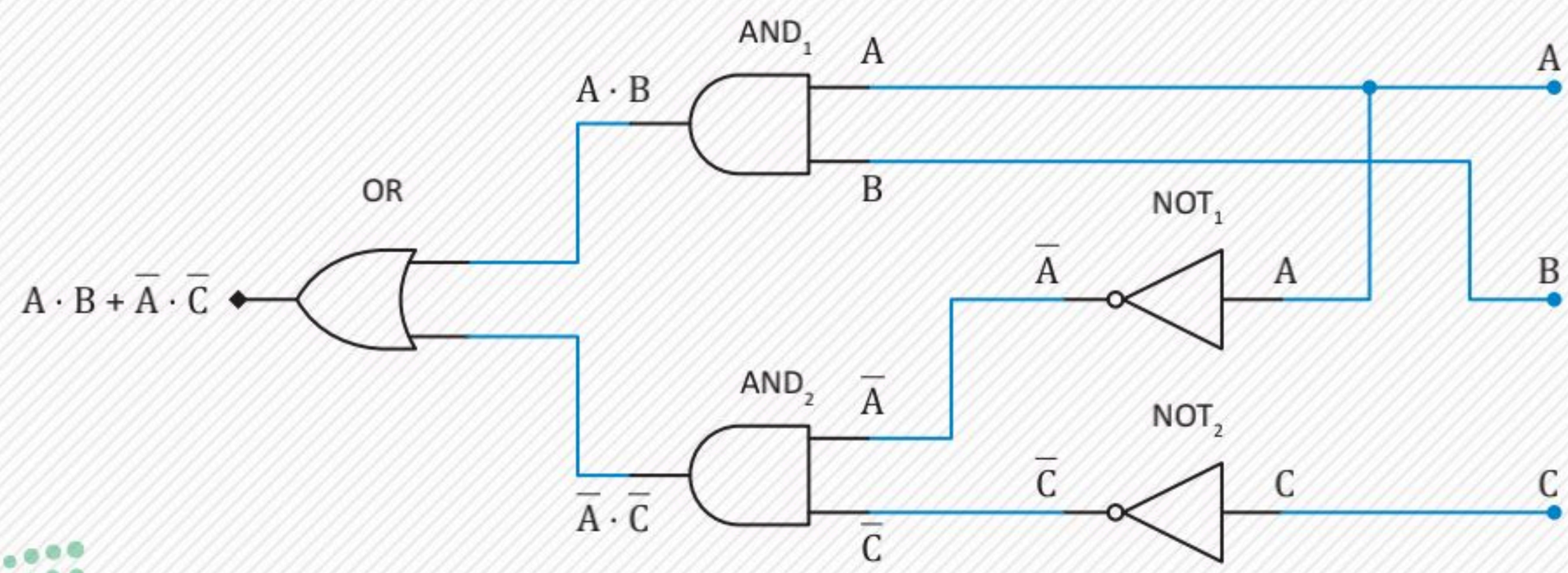
1 أولًا عليك البدء بإنشاء البوابة المنطقية **OR**.



2 بعد ذلك عليك الانتقال لإنشاء البوابات المنطقية $\mathbf{AND_2}$ و $\mathbf{AND_1}$.



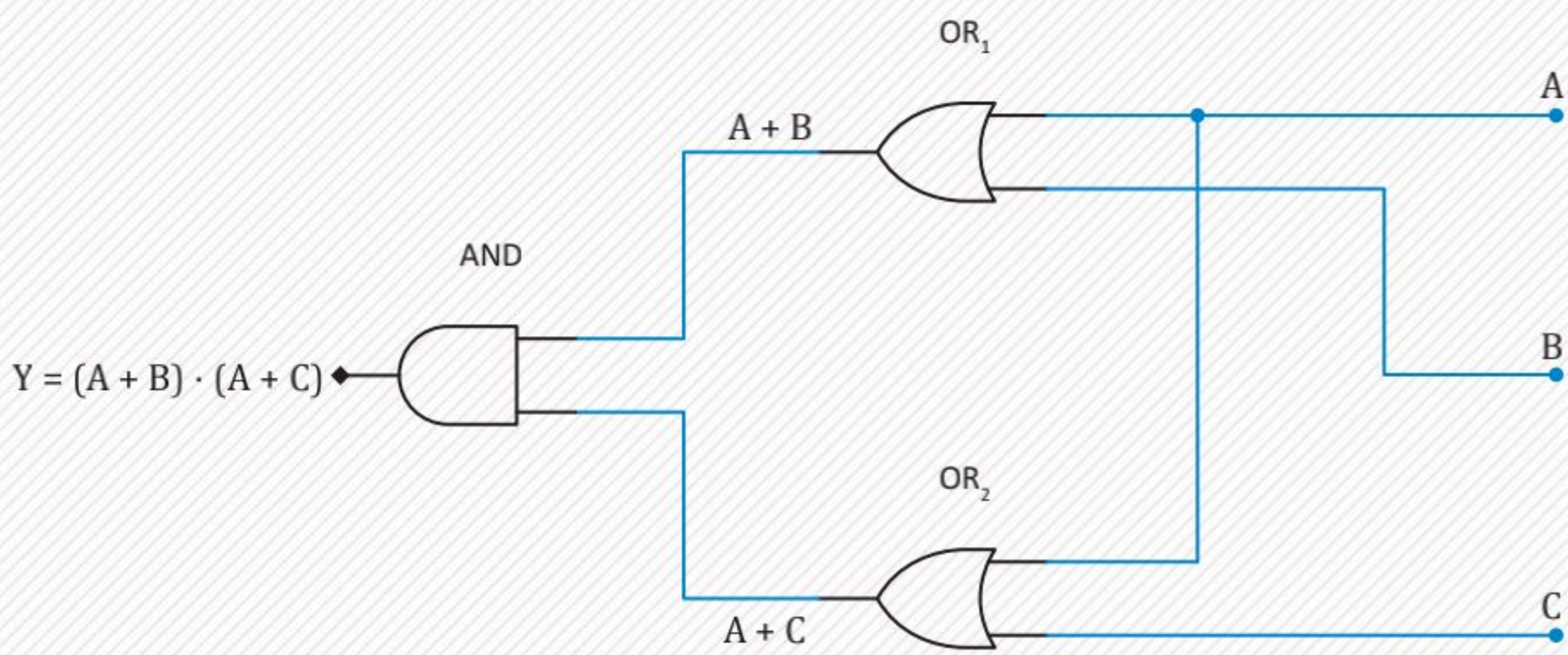
3 في الختام عليك إنشاء البوابات المنطقية $\mathbf{NOT_1}$ و $\mathbf{NOT_2}$ لكل من $\overline{A}$ و $\overline{C}$.



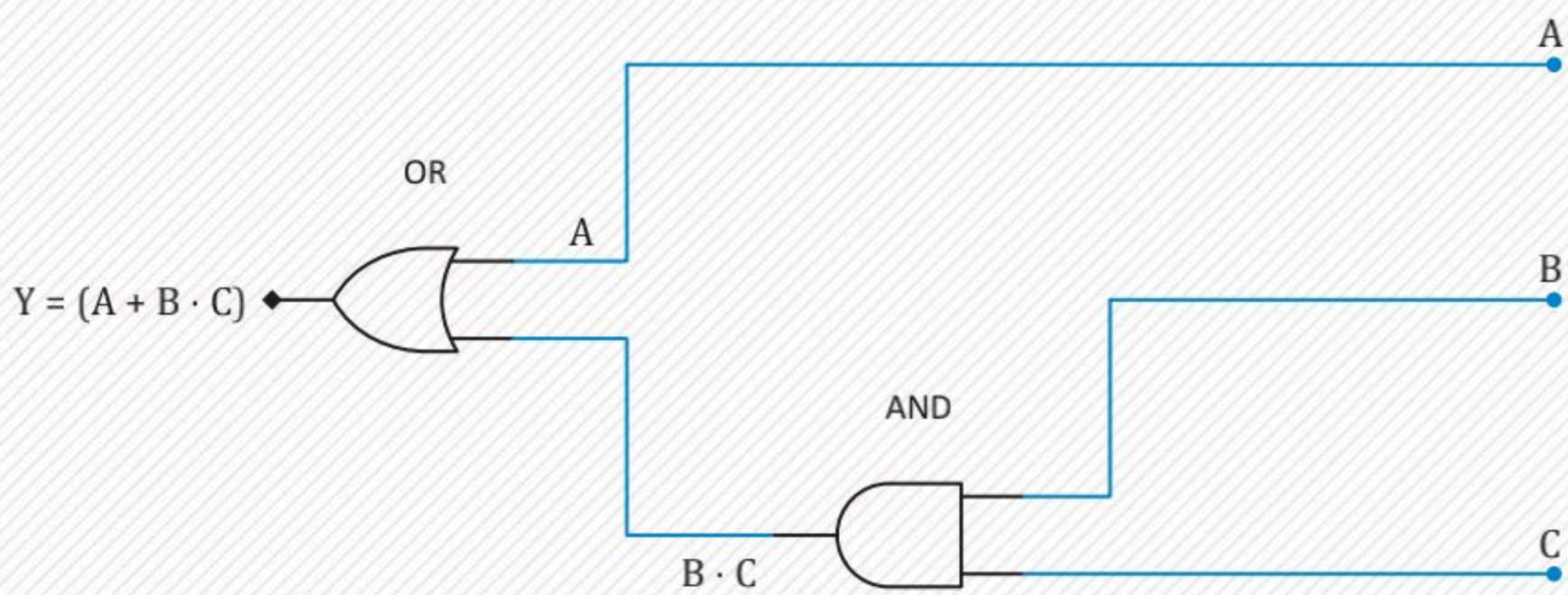
انظر تصميم الدالة $Y = (A + B) \cdot (A + C)$ بالبوابات المنطقية، وكيف تم تبسيطها باستخدام خاصية التوزيع لتصبح بالشكل $Y = (A + B \cdot C)$ ؛ لتقليل عدد البوابات.

مثال:

دائرة 1



دائرة 2



معلومة

تُستخدم العديد من البوابات المنطقية في تصميم الأجهزة الإلكترونية. إن عملية تبسيط البوابات المنطقية يقلل من تكلفة المواد المستخدمة في تلك الأجهزة.

ستلاحظ أن كلتا الدائرتين تعطيان نفس الناتج وهو ناتج الدائرة الأولى، ولكن الدائرة الثانية ستكون أقل ببوابة منطقية واحدة من الأولى.

تمرينات

1 ما الفرق الرئيس بين الدائرة الرقمية والدائرة الكهربائية؟

_____

_____

_____

_____

2 ما البوابة المنطقية التي تنتج دائمًا القيمة 1 عند وجود مُدْخَلات مختلفة (مثل: A = 0 و B = 1)؟

_____

_____

_____

_____

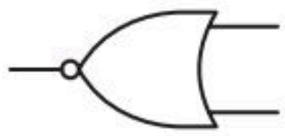
3 صِل نوع العملية في العمود الأول بالتعبير المنطقي المناسب في العمود الثاني.

العملية	التعبير المنطقي
NOT	$\overline{A \cdot B}$
AND	$\overline{A + B}$
OR	$A \cdot B$
XOR	$A \oplus B$
NAND	$A + B$
NOR	$\overline{A \oplus B}$
XNOR	$\overline{A}$

4 حدِّد أسماء البوابات المنطقية أدناه، واملأ جدول الحقيقة، ثم اكتب التعبير البوليني لكلٍ من هذه البوابات المنطقية، والعلاقة الجبرية بين المُدْخَلات (A و B) والمُخْرَج Y.

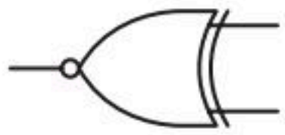
المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Y =



المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Y =



المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

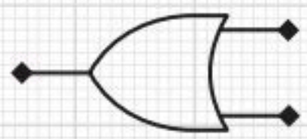
Y =

5 بسِّط الدالة $Y = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$، ثم ارسم جدول الحقيقة.

6 استخدم الجبر البوليني لتبسيط الدالة $Y = A \cdot [\overline{B} + C \cdot (D + E)]$ إلى أبسط دائرة ممكنة.

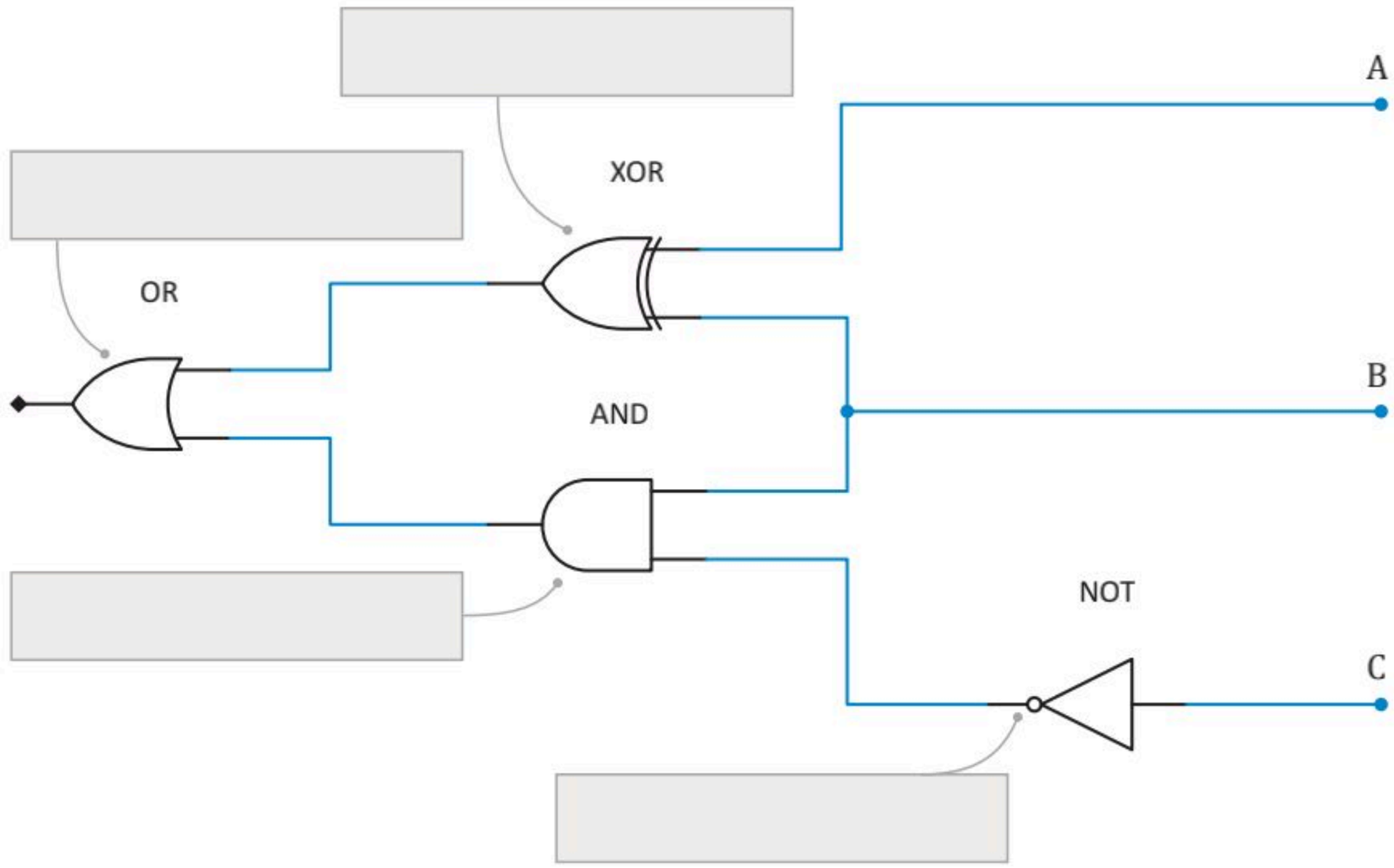
7 استخدم الدالة $Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$ لرسم الدائرة من مُخْرَجاتها إلى مُدْخَلاتها.

OR

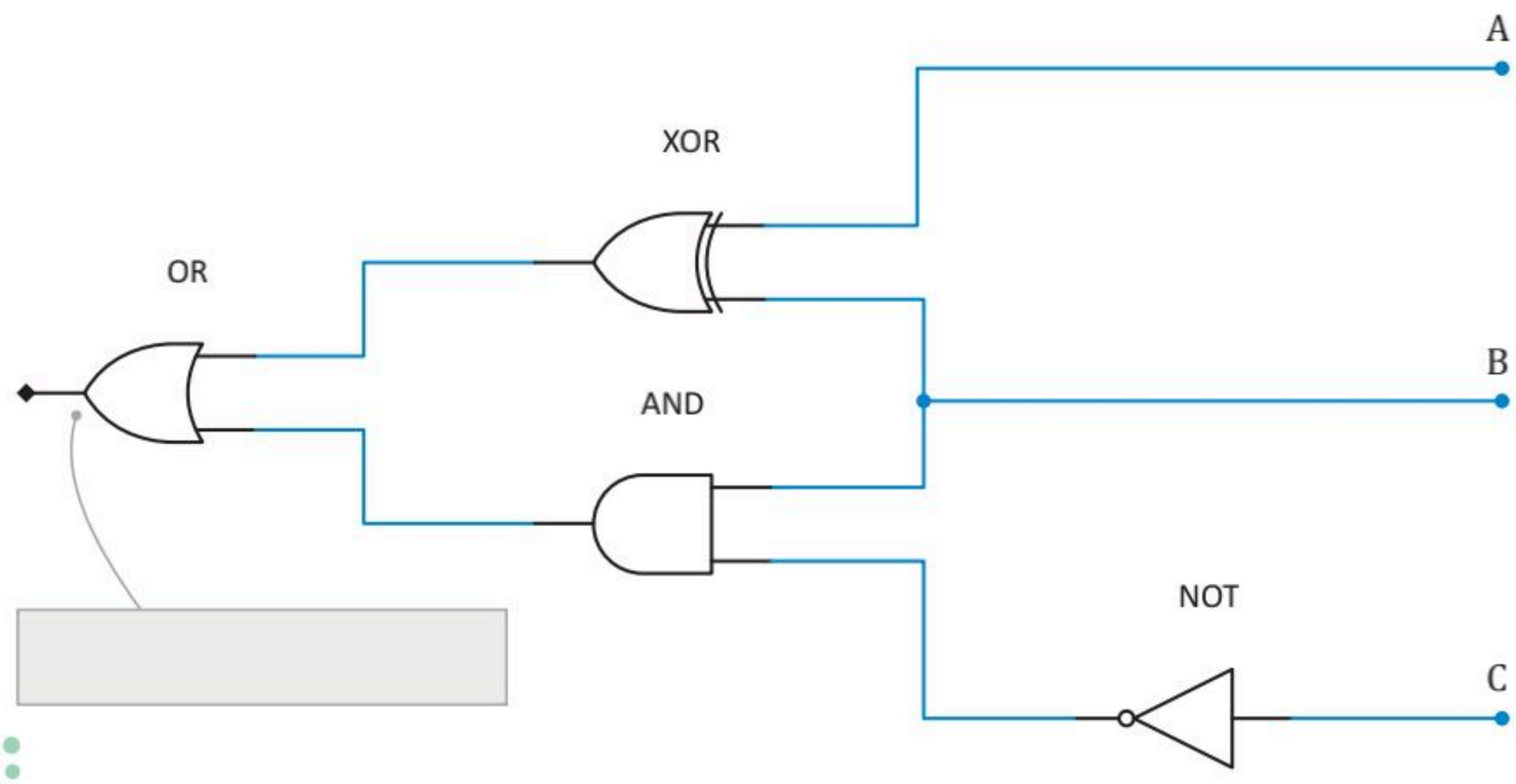


$Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$

8 اكتب التعبير البوليني لكل بوابة منطقية تم تمثيلها بالشكل أدناه باستخدام الرموز.



ما ناتج المُخْرَج إذا كان كلٌّ من A و B و C صوابًا (1)؟



رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

مخططات كارنوف

مخططات كارنوف Karnaugh Maps

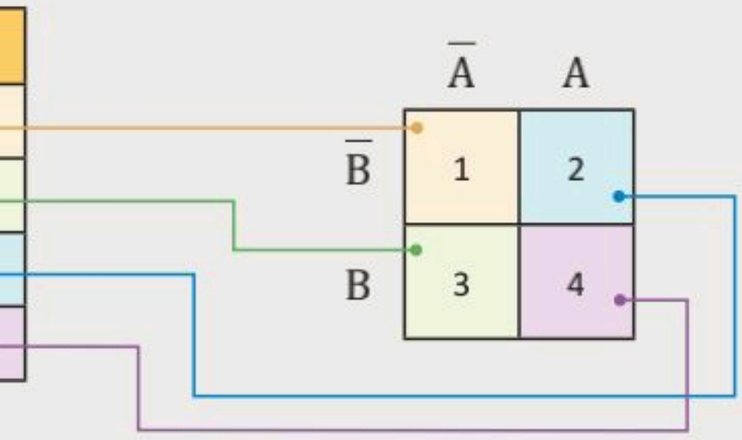
قام **موريس كارنوف** (Maurice Karnaugh) بتطوير ورسم مجموعة من المخططات عام 1953م في **مختبرات بيل** (Bell Labs) استُخدمت لتصميم الدوائر الرقمية، حيث يمكن من خلالها تمثيل نتائج مُخْرَجات الدوائر الرقمية المُعقدة بوضوح.

تكمن قيمة هذه المخططات عند وجود دائرة بأكثر من مُدْخَلين، وذلك لصعوبة استخدام جدول الحقيقة في مثل هذه الحالة، حيث سيشغل الجدول مساحة كبيرة وسيكون من الصعب قراءته، وهكذا فإن مخططات كارنوف تستخدم المعلومات نفسها، ولكنها بتنسيق أكثر إحكامًا لعرضها.

لتشاهد فيما يلي وصفًا لجدول الحقيقة ومخطط كارنوف.

يمكن أن تلاحظ أن مُخْرَج الدالة Y ذات المُدْخَلين وُضع في المواضع 1 و2 و3 و4 في **جدول كارنوف**.

المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُخْرَج Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

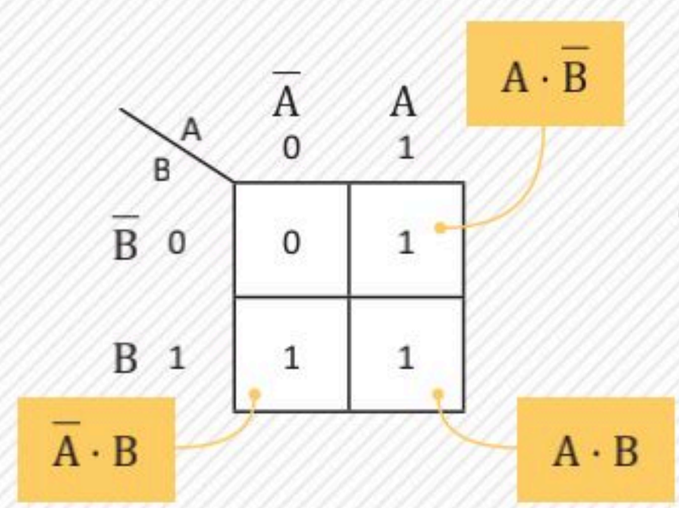


تُستخدم مخططات كارنوف لتجميع التعبيرات البولينية عوضًا عن حسابات الجبر المنطقي لأكثر من مُدْخَلين متغيرين.

لتشاهد مثالًا على الدالة $Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B$ لمعرفة كيفية إنشاء **جدول كارنوف**.

مثال:

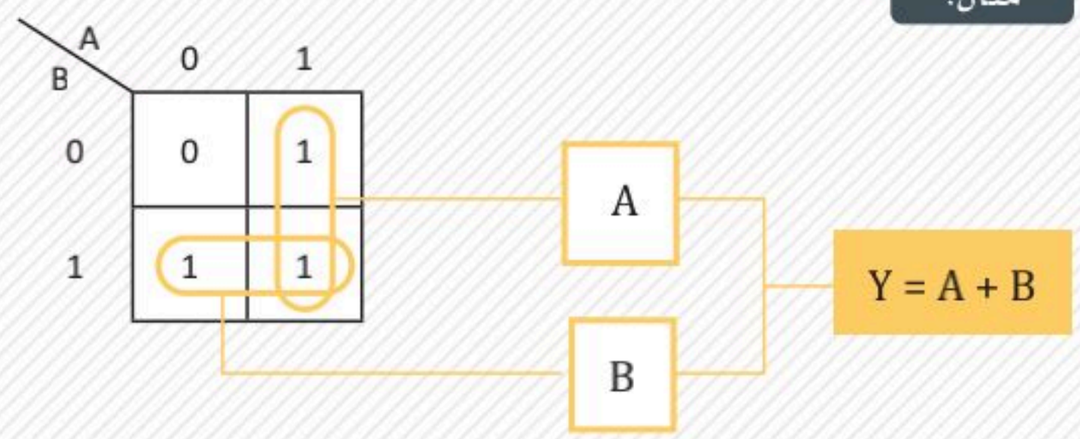
في جدول كارنوف تُستبدل المتغيرات بالرقم 1 ومتممتها بالرقم 0.



يمكنك الاختيار بين إضافة المتغيرات A و B في جدول كارنوف أفقيًا أو عموديًا.

يمكنك الاستعانة بجدول كارنوف لتبسيط الدالة $Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B$ باستخدام عدد أقل من الحدود الصغرى.

مثال:



يجب أن تكون الآحاد المُدمجة عددًا زوجيًا دائمًا.

كتابة الحد الأصغر من الحدود الناتجة عن طريق حذف الحدود التي تحتوي على الحد ومتممه في الحلقة. في الحلقة العامودية نلاحظ أن الحد B يتغير وبالتالي يحذف وتصبح النتيجة الحد A فقط.

حدود الدالة (Terms of the Function):

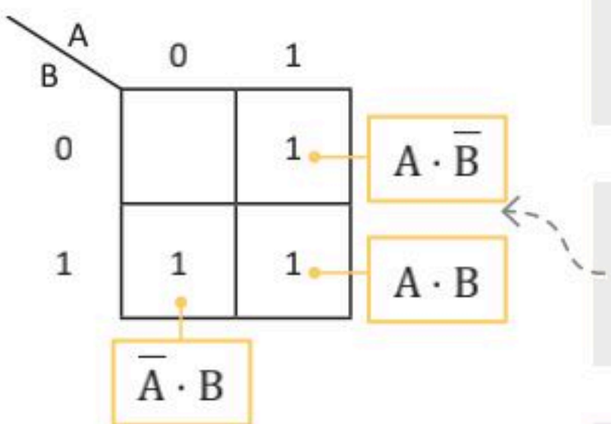
يشار إلى حدود الدالة باسم الحدود الصغرى، حيث يُسمى الحد $A \cdot B$ **بالحد الأصغر** (Minterm)، ويُسمى الحد $A + B$ **بالحد الأكبر** (Maxterm).

عملية تبسيط الدالة المنطقية أعلاه قد اكتملت. يُمكنك تلخيص خطوات العملية السابقة في الآتي:

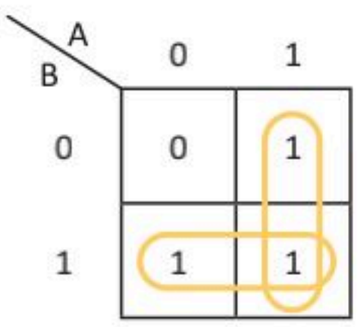
1 تحديد الحد الأصغر من حدود الدالة.

الدالة: $A \cdot \overline{B} + A \cdot B + \overline{A} \cdot B$

2 تحديد الآحاد (1) ووضعها في جدول كارنوف.



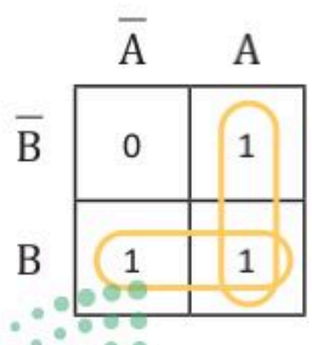
3 إنشاء حلقات بين الآحاد المتجاورة (1) في عدد زوجي من مربعات الأعداد (2 أو 4 أو 8).



4 كتابة الحد الأصغر من الحدود الناتجة عن طريق حذف الحدود التي تحتوي على الحد ومتممه في الحلقة.

$\cancel{\overline{A}} \cdot B$

الحدود المحذوفة: $A \cdot \overline{B},\ \overline{A} \cdot B$



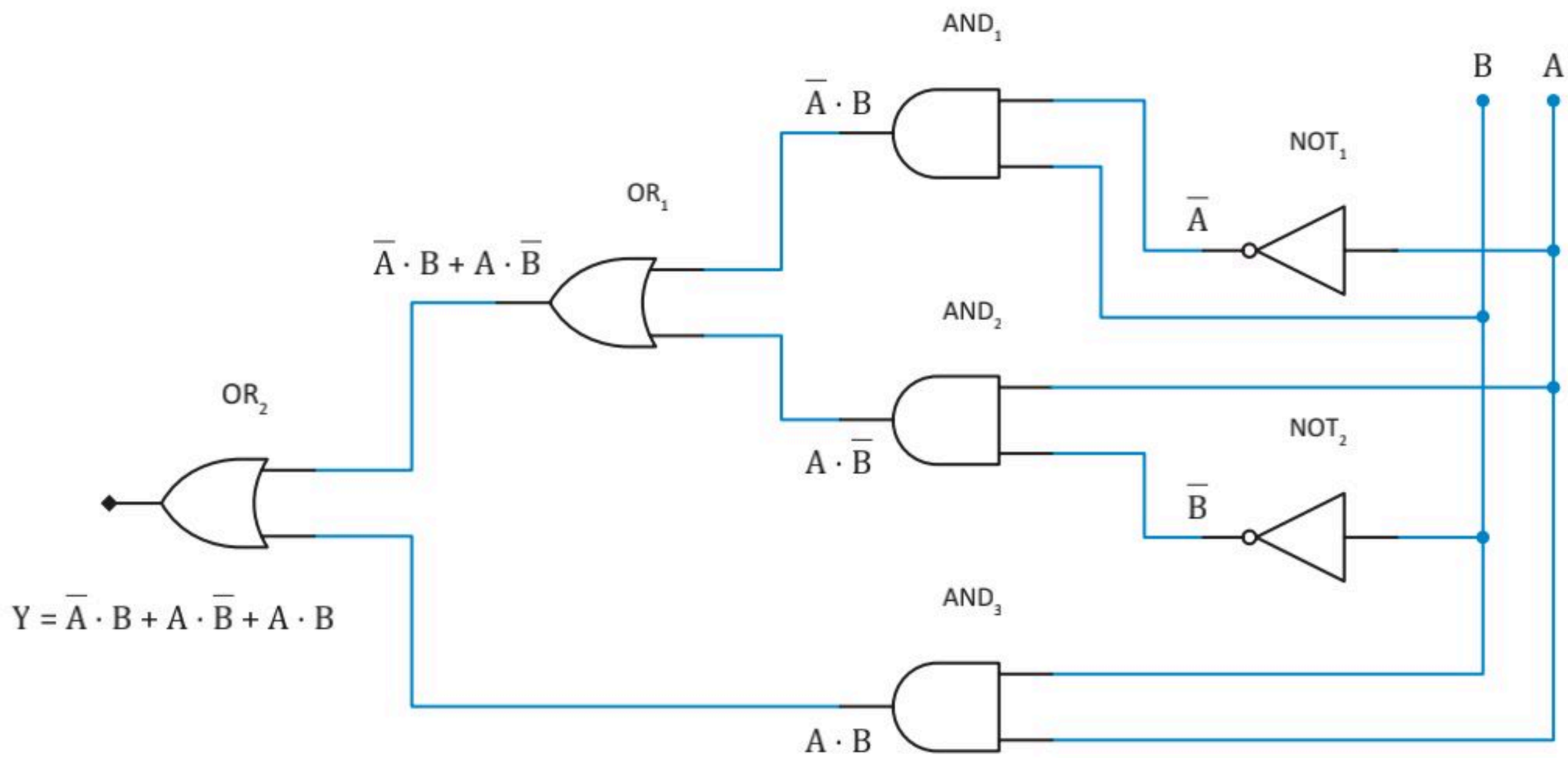
5 ربط الحدود المتبقية، وهي حد من كل حلقة بعملية OR (+) في الشكل النهائي من الدالة.

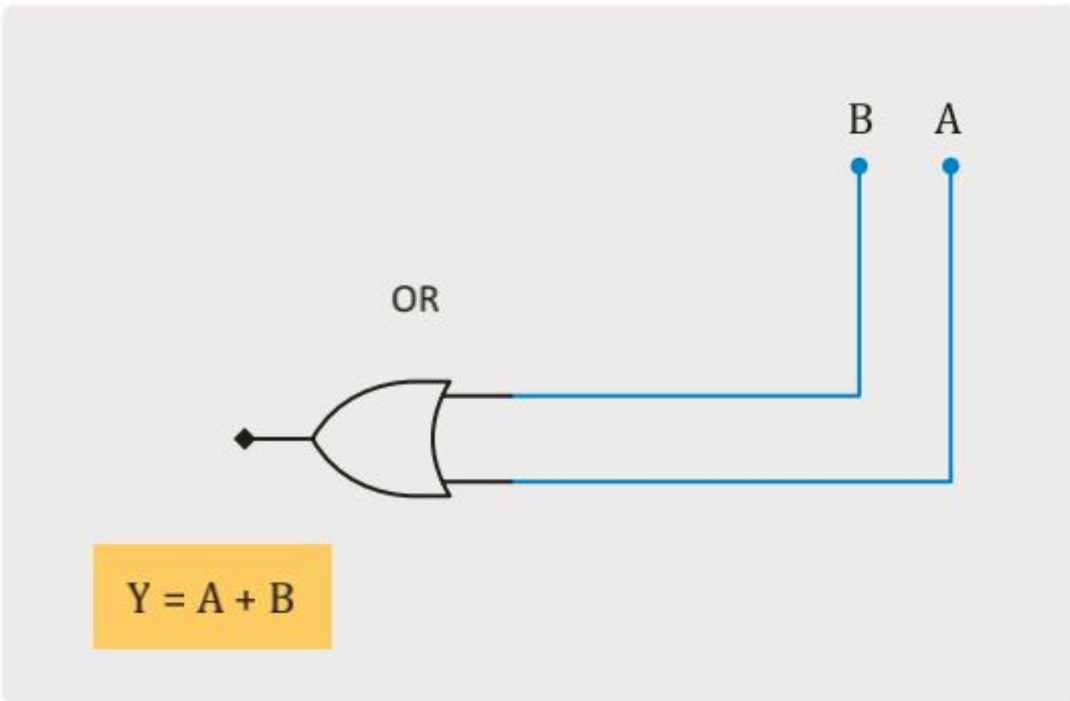
$\cancel{A}$

الشكل النهائي للدالة: $Y = A + B$

لاحظ كيف تُمثل الدالة Y ببوابات منطقية أقل بكثير بعد التبسيط.

$$Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B$$





B \ A	0	1
0	0	1
1	1	1

معلومة

لا يُعدُّ استخدام جدول كارنوف لبوابتين منطقتين شائعًا؛ لأنه يمكن تنفيذ عملية التبسيط بسهولة باستخدام الجبر البوليني.

ليس من الشائع استخدام جدول كارنوف لدوال البوابة المنطقية ثنائية المداخل، حيث يتم تبسيطها عادةً باستخدام الجبر البوليني، وعند وجود دوال ببوابات منطقية بأكثر من مُدْخَلين، يمكن الاستعانة بجدول كارنوف في تبسيط الدائرة. لتشاهد مثالًا على مخطط كارنوف مع 3 مُدْخَلات (A وB وC).

مثال:

تضع في الصف الأفقي القيمتين 0 و1 للمتغيرين A وB، بحيث تتغير قيمة متغير واحد فقط في المربعات المتتالية.

اختر مُدْخَلين في الصف ومُدْخَلًا واحدًا في العمود.

AB / C	$\overline{A}\,\overline{B}$ 00	$\overline{A}B$ 01	AB 11	$A\overline{B}$ 10
C 0				
$\overline{C}$ 1				

لتشاهد أين سيتم وضع الآحاد (1) في جدول كارنوف للدالة الآتية:

افترض أن الحد $A \cdot \overline{C}$ ذُكر دون المتغير **B**. لذلك وفقًا للجبر البوليني يجب إضافة الحد B لكلا الطرفين: $A \cdot \overline{C} = A \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$.

$B + \overline{B} = 1$

AB / C	00	01	11	10
0			1	1
1		1		

$A \cdot B \cdot \overline{C}$ $\quad$ $A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$

يفتقر الحد $B \cdot C$ إلى المتغير **A**. لذلك وفقًا للجبر البوليني يكون الحد: $B \cdot C = A \cdot B \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C$.

$A + \overline{A} = 1$

AB / C	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	1	1	0

$\overline{A} \cdot B \cdot C$ $\quad$ $A \cdot B \cdot C$

يمكن أن توصلك الحدود الصغرى الجديدة إلى الخلايا التي تحتوي على الآحاد بالفعل.

AB / C	00	01	11	10
0			1	
1		1		

$B \cdot C$ $\quad$ $A \cdot \overline{C}$

$$Y = B \cdot C + A \cdot \overline{C}$$

انظر إلى مثال آخر بأربعة متغيرات (A وB وC وD).وستُبسّط الدالة الآتية باستخدام جدول كارنوف:

مثال:

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	0	1

$$Y = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D}$$

بعد تبسيط الدالة باستخدام جدول كارنوف، ستحصل على الدالة الآتية:

$$Y = A \cdot \overline{B}$$

في بعض الحالات حيث تظهر الآحاد (1) في مواضع الحدود الخارجية لجدول كارنوف، تستطيع الوصول إلى الحدود الصغرى منها.

لتشاهد بعض الأمثلة:

مثال:

$$Y = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D$$

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

بعد تبسيط الدالة باستخدام جدول كارنوف، تحصل على المُخْرَج الآتي:

$$Y = \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D$$

مثال:

$$Y = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + A \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D}$$

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	1	1

$$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$$

$$A \cdot \overline{D}$$

بعد تبسيط الدالة باستخدام جدول كارنوف، تحصل على المُخْرَج الآتي:

$$Y = A \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$$

تمرينات

1 ما سبب استخدام جدول كارنوف في الدوائر الرقمية؟

_____

_____

_____

_____

2 استخدم الخلايا المرقمة للمُخْرَج Y لتعبئة جدول كارنوف أدناه.

	المُخْرَج Y	المُدْخَل C	المُدْخَل B	المُدْخَل A
1 →		0	0	0
2 →		1	0	0
3 →		0	1	0
4 →		1	1	0
5 →		0	0	1
6 →		1	0	1
7 →		0	1	1
8 →		1	1	1

C \ AB	00	01	11	10
0	1			
1				

3 استخدم الدالة المعطاة لاكتشاف الأخطاء في جدول كارنوف وضع دائرة حولها.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	0	0	0
1	0	1	0	1

$$Y = A \cdot B \cdot C + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \overline{C}$$

4 استخدم جدول كارنوف لاستخراج أصغر دالة من ثلاثة مُدْخَلات.

C \ AB	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	1	1

Y =

5 استخدم جدول كارنوف لاستخراج أصغر دالة من أربعة مُدْخَلات.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	0	0	1	0

Y =

6 عند إدخال الأرقام الثنائية (000) و(100) و(110) و(111) كمُدْخَلات (A وB وC) لدائرة، فإن (1) يظهر كمُخْرَج.

استخدم الأرقام الثنائية الأربع لوضع الآحاد في جدول كارنوف، ثم أوجد الدالة المبسطة.

C \ AB	00	01	11	10
0				
1				

Y =

ارسم الدائرة الرقمية المقابلة بعد الوصول إلى الدالة المبسطة.

الدرس الثالث

رسم الدوائر الرقمية

المكونات الأساسية للدوائر الرقمية
Core Hardware Components of a Digital Circuit

تُنشأ الدوائر الرقمية باستخدام المكونات الأساسية كما يلي:

> تتصل جميع المكونات في الدائرة بأسلاك توصيل ويتم تتبع اتجاه التيار باستخدام **الصمامات الثنائية** (Diodes).

> تُستخدم الترانزستورات لتغيير الإشارات الرقمية بين القيمتين المنطقيتين 0 و 1.

> تتكون البوابات المنطقية من مجموعة من **الترانزستورات** (Transistors) التي تنفذ المنطق البوليني داخل الدائرة.

> تُدمج هذه البوابات لإنشاء مكونات تنفذ عمليات منطقية أكثر تعقيدًا وهي:

- **المُجمعات** (Adders): تُستخدم لتنفيذ العمليات الحسابية الأساسية: الجمع والطرح والضرب والقسمة.
- **القلابات** (Flip-Flops): والتي تُعدُّ المكون الأساسي لذاكرة الحاسب، ولديها القدرة على تخزين المُدْخَلات والمُخْرَجات.

الصمامات الثنائية Diodes

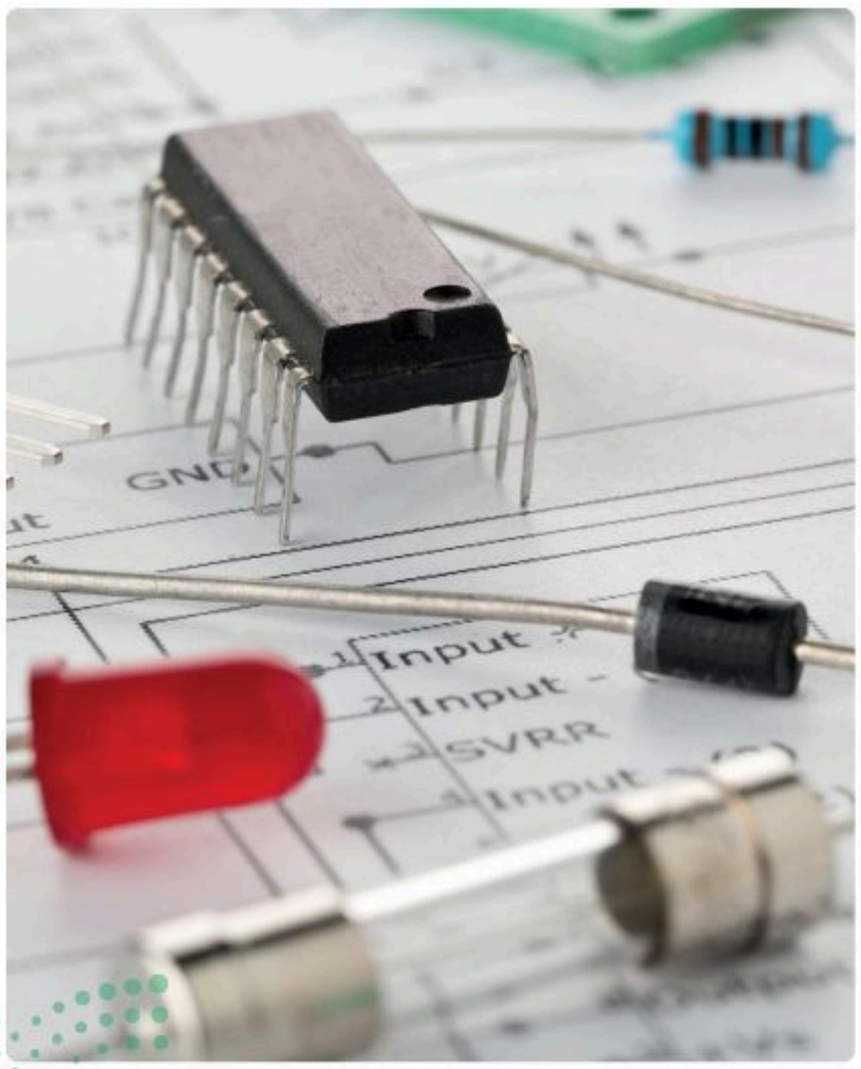
الصمامات الثنائية هي عناصر إلكترونية شبه موصلة تسمح بمرور التيار الكهربائي في اتجاه واحد، وتتكون من طرفين: أحدهما موجب أو **مصعد** (Anode)، والآخر سالب أو **مهبط** (Cathode)، وتوجد مقاومة ضئيلة في أحد الطرفين ومقاومة عالية في الاتجاه المعاكس مما يسمح للتيار بالمرور باتجاه واحد عبرها.

أطراف الصمامات الثنائية Terminals of Diodes

مهابط الصمامات الثنائية (Cathodes) هي أقطاب كهربائية تعمل على تحويل التيار بعيدًا عن المكون المتصل بها.

تعمل **مصاعد الصمامات الثنائية** (Anodes) بصورة معاكسة للمهابط بتوجيه التيار للمكون نفسه.

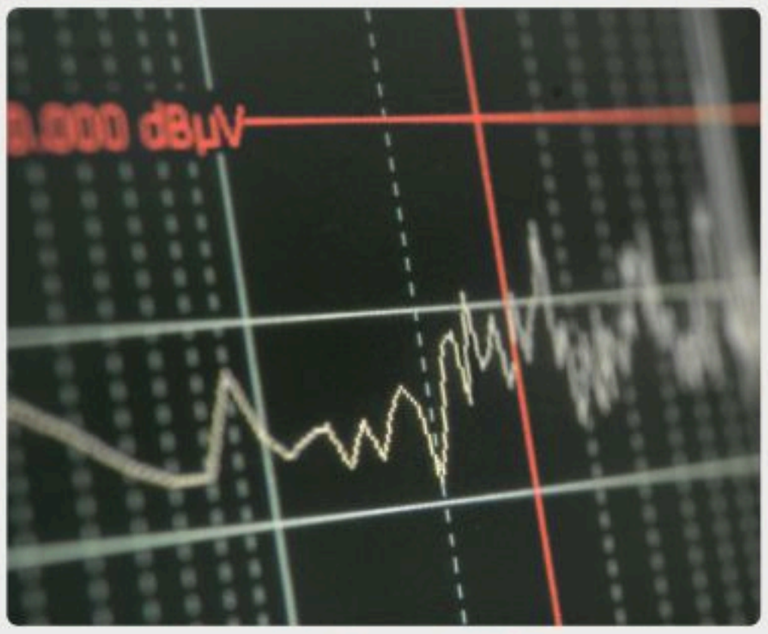
تسمح قطبية هذين الطرفين بتحويل سريان التيار الكهربائي والتحكم فيه عند نقطة معينة في الدائرة، ويُعدُّ هذا سبب استخدامها في مصادر الطاقة الكهربائية والصمامات الثنائية.



شكل 3.1: المكونات الإلكترونية

تُستخدم الصمامات الثنائية بشكل واسع في الأغراض الآتية:

- تُوضع الصمامات الثنائية في المقومات لتحويل **التيار المتردد** (Alternating Current) إلى **تيار مستمر** (Direct Current).
- إنشاء بوابات منطقية بسيطة (**AND** و**NOT** و **OR**).
- استعادة إشارات الراديو الأصلية وفك تشفيرها من خلال عملية **فك التضمين** (Demodulation) في مستقبلات الراديو.
- أنواع الإضاءة المختلفة، حيث أن **الدايود المشع للضوء** (Light Emitting Diodes - LED) يبعث الضوء عند سريان التيار عبره.



شكل 3.2: مخطط التيار المستمر

أنواع الصمامات الثنائية:

دايود حساس للضوء (Photodiode) | دايود زينر (Zener Diode) | دايود شوتكي (Schottky Diode) | دايود مشع للضوء (LED) | دايود طاقة (Power Diode) | دايود إشارة (Signal Diode)

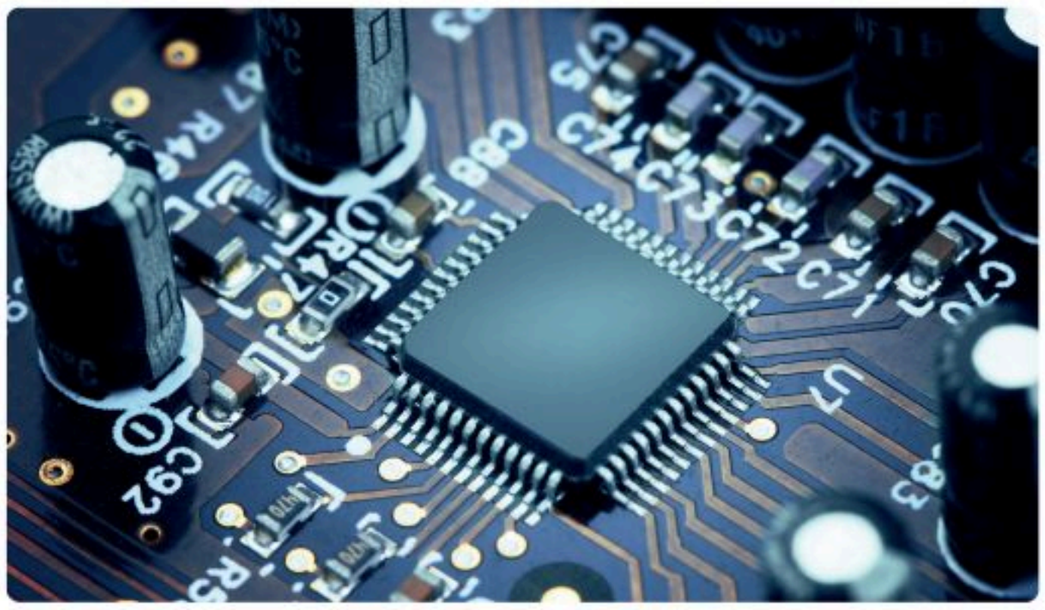
الترانزستورات Transistors

تُعدُّ الترانزستورات من أهم الاختراعات التقنية في العصر الحديث. وتصنع الترانزستورات من أشباه موصلات يمكنها تبديل مُدْخَلات الإشارة وتضخيمها. حلَّت الترانزستورات بسرعة مكان **الصمامات المفرغة** (Vacuum Tubes)، وذلك نظرًا لميزاتها العديدة، مثل صغر حجمها مقارنةً بالصمامات المفرغة، مما سمح بدمجها في الدوائر الرقمية والمتكاملة. وتستهلك الترانزستورات مقدارًا ضئيلًا من الطاقة، مما جعلها بديلًا ناجحًا من حيث التكلفة والكفاءة في استخدام الطاقة من الصمامات المفرغة. وتُعدُّ الترانزستورات اللبنات الأساسية للبوابات المنطقية المعقدة.

شكل 3.3: مقارنة بين الصمام المفرغ والترانزستور

الدائرة المتكاملة Integrated Circuit (IC)

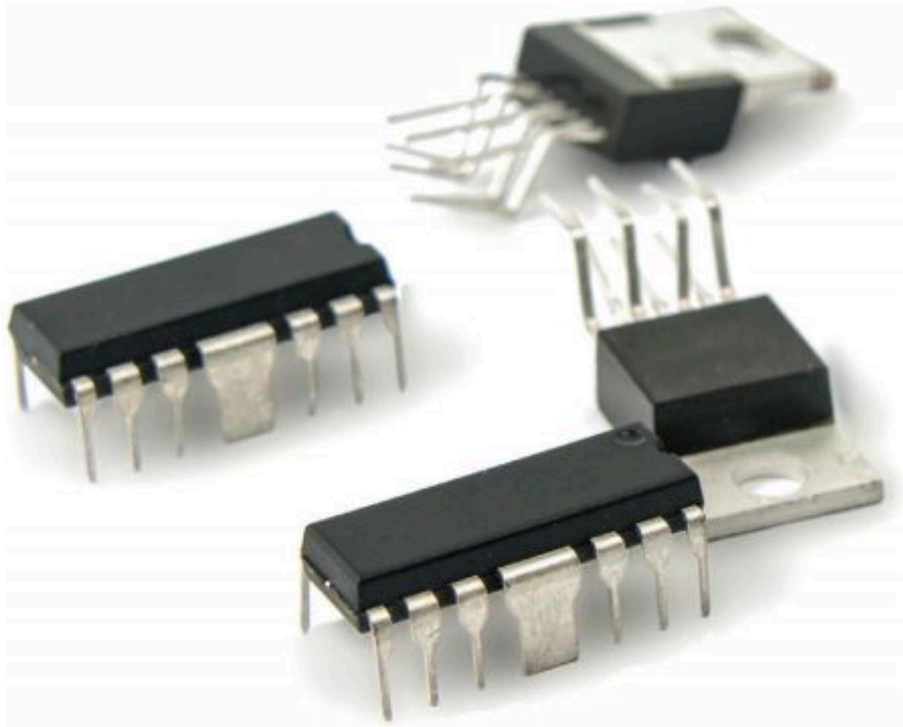
إذا فتحت جهازًا إلكترونيًا أو رقميًا فإنك ستلاحظ مكونات إلكترونية صغيرة أو كبيرة ذات أطراف عديدة. يُطلق على هذه المكونات اسم **الرقائق الدقيقة** (Microchips)، وتتكون من قطعة مسطحة من مادة شبه موصلة مُصنعة غالبًا من السيليكون مُدمج بها مجموعة من الترانزستورات والمقاومات والمكثفات. ويتم تكوين البوابات المنطقية بدمج مجموعات من المقاومات والترانزستورات والصمامات الثنائية، وهكذا يمكن للدائرة إجراء عمليات سهلة أو معقدة من خلال المجموعة المتنوعة من البوابات المنطقية. ويطلق على الدوائر الرقمية ذات المكونات المتعددة اسم الدوائر المتكاملة.



شكل 3.4: دائرة متكاملة قياسية

بناءً على تصميم كل رقاقة وعدد الترانزستورات بها، يمكن تصنيف الدوائر المتكاملة إلى:

- **الدوائر المتكاملة صغيرة الحجم** (Small Scale Integration-SSI): تصل مكوناتها إلى عشر ترانزستورات.
- **الدوائر المتكاملة متوسطة الحجم** (Medium Scale Integration-MSI): تتكون من عشرات إلى مئات الترانزستورات.
- **الدوائر المتكاملة كبيرة الحجم** (Large Scale Integration-LSI): تتكون من مئات إلى عشرات الآلاف من الترانزستورات.
- **الدوائر المتكاملة الفائقة** (Very Large Scale Integration-VLSI): تتكون من عشرات الآلاف إلى مليون ترانزستور.
- **الدوائر المتكاملة هائلة الحجم** (Ultra Large Scale Integration-ULSI): تتكون من ملايين إلى مليارات الترانزستورات.



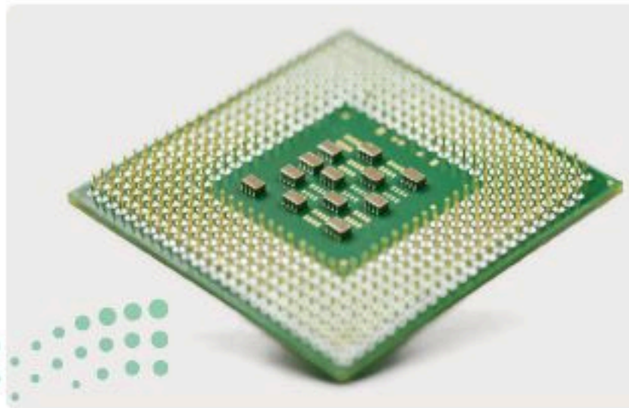
شكل 3.5: دائرة التكامل الفائق (VLSI)

تُعدُّ الدائرة المتكاملة أساس تكوين جميع الأجهزة الإلكترونية والرقمية الحديثة، وتتميز بكونها أصغر حجمًا وأكثر سرعة وأقل تكلفة من أنواع الدوائر الأخرى التي تتكون من مكونات إلكترونية منفصلة. ورغم التكلفة المرتفعة لتصميم الدائرة المتكاملة، فإن إنتاج كميات كبيرة منها يؤدي لخفض تكلفة الرُقاقة على المستهلك.

جدول 3.4: الدائرة المتكاملة

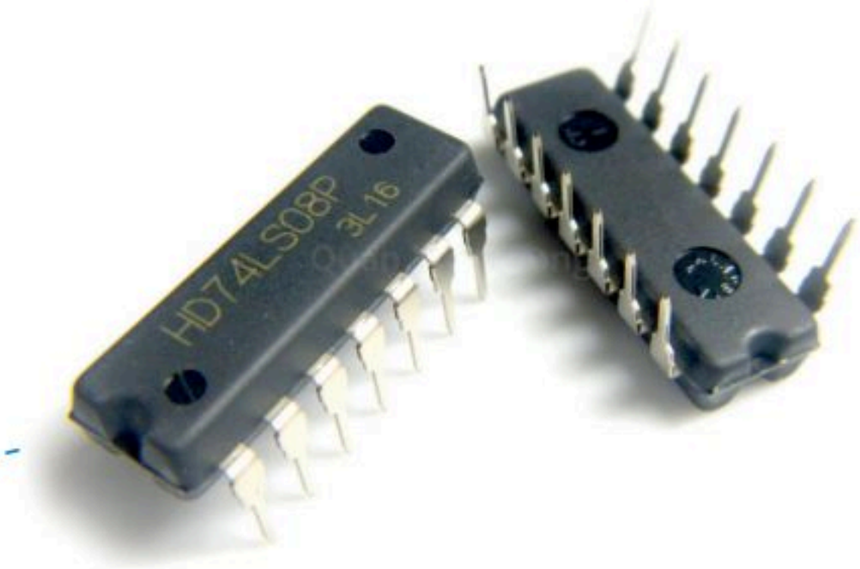
حجم الدائرة المتكاملة	عدد الترانزستورات
SSI	10 - 1
MSI	500 - 10
LSI	20.000 - 500
VLSI	1.000.000 - 20.000
ULSI	1.000.000 <

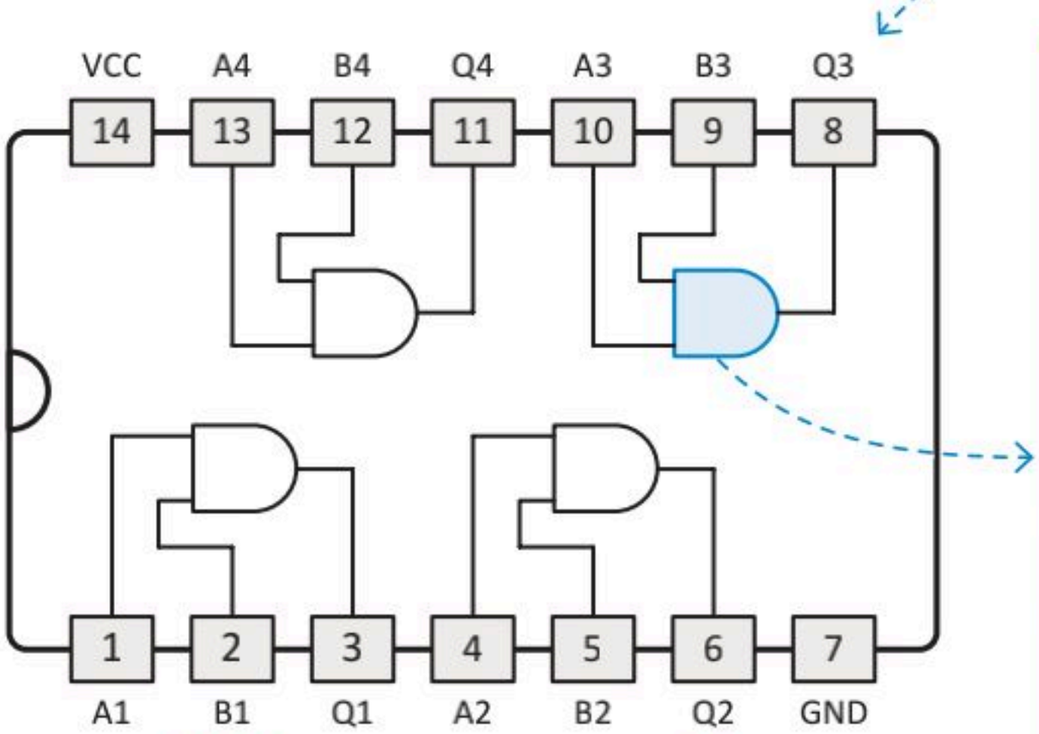
ويمكن تصنيف الدوائر المتكاملة إلى رقمية أو تماثلية أو مزيج من هذين النوعين. وتهدف الدائرة المتكاملة إلى دمج أكبر عدد ممكن من البوابات المنطقية، وكذلك دوائر رقمية أخرى في رقاقة واحدة من أشباه الموصلات. وتُعدُّ وحدة المعالجة المركزية في الحاسب نوعًا من الدوائر المتكاملة والتي قد تحتوي على المليارات من الترانزستورات.



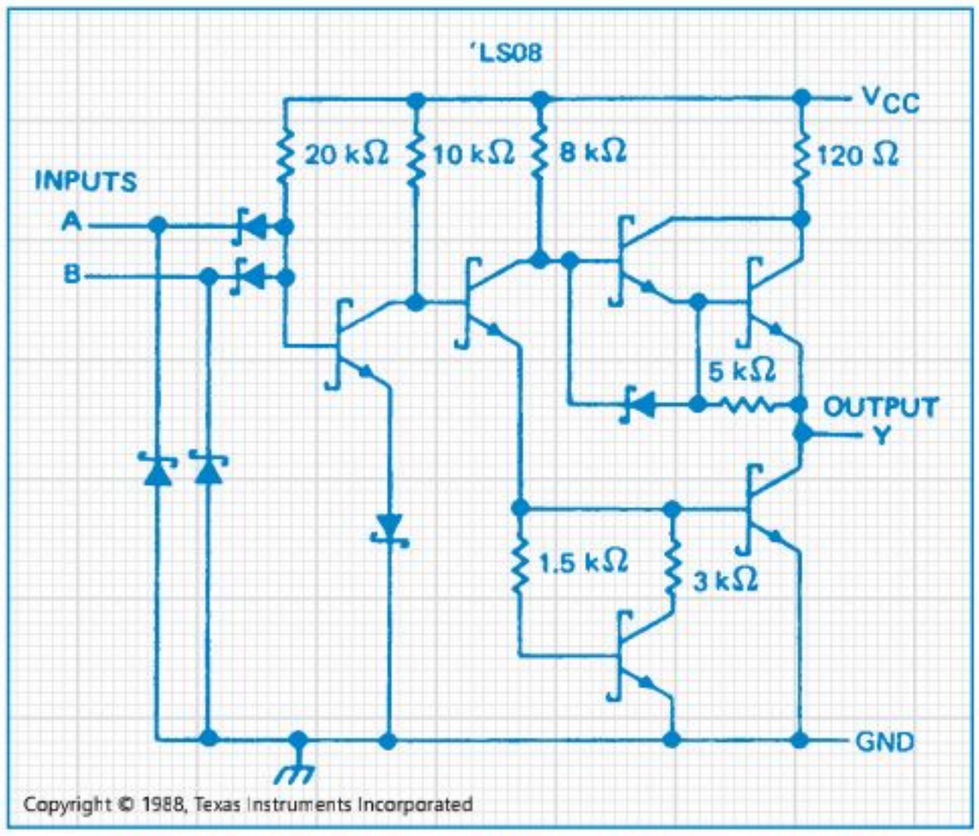
إذا أمعنت النظر في إحدى الدوائر المتكاملة البسيطة مثل 74LS08، فستلاحظ أن تكوينها يحتوي على أربع بوابات AND منطقية كما هو موضح في المخطط أدناه.

ويكون التمثيل الفعلي للبوابات من خلال الترانزستورات والصمامات الثنائية والمقاومات، ولكن الوظيفة الخاصة بالرقاقة تتبع كيفية تمثيلها في المخطط، فمثلًا يُظهر الرسم التخطيطي الدائرة الفعلية لبوابة AND واحدة فقط.



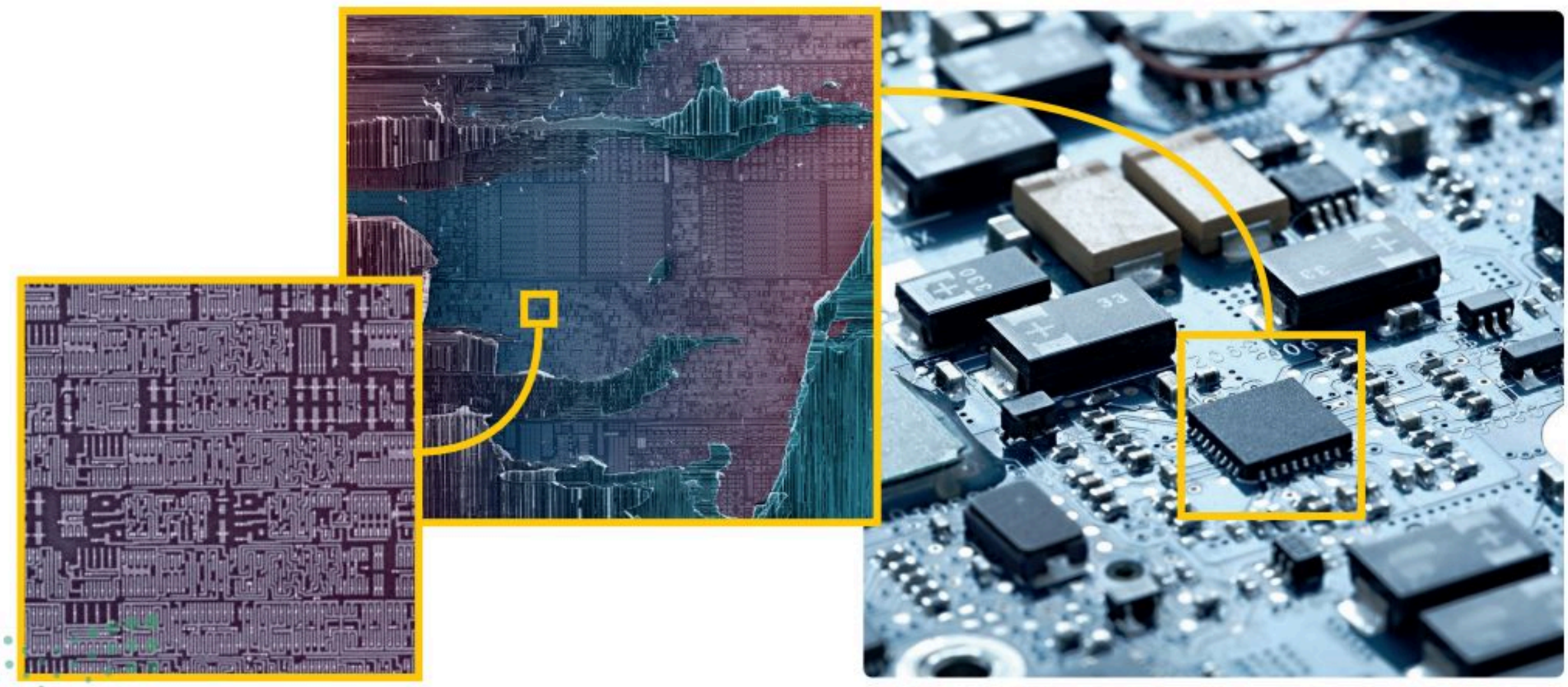


شكل 3.6: البوابات المنطقية للدائرة المتكاملة 74LS08

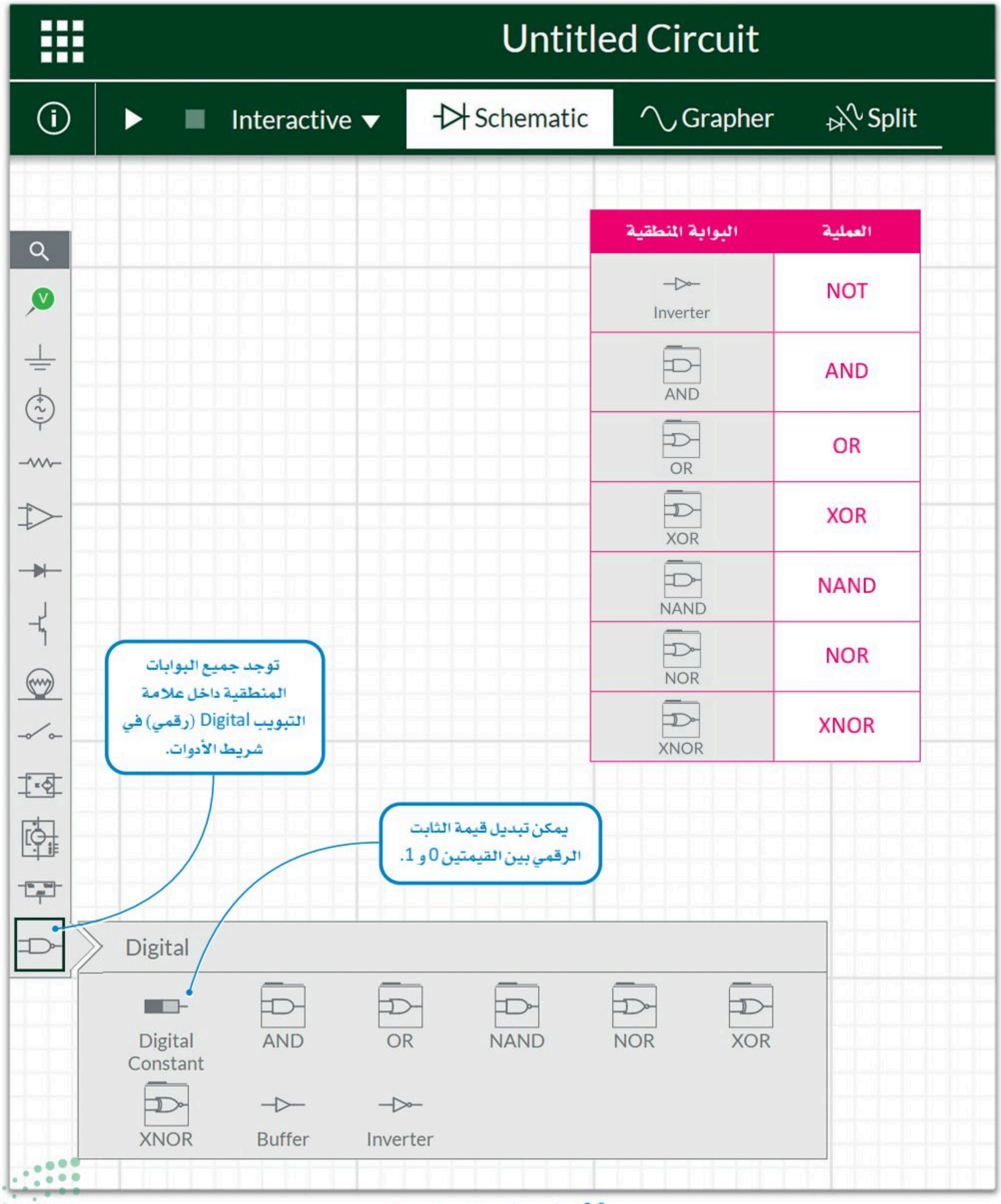


شكل 3.7: رسم تخطيطي لبوابة AND واحدة في الدائرة المتكاملة 74LS08

تتكون وحدة المعالجة المركزية من المليارات من البوابات المنطقية المستخدمة لإجراء العمليات الحسابية والمنطقية، ولتخزين البيانات مؤقتًا للمعالجة.



شكل 3.8: صورة مكبرة لوحدة معالجة مركزية نموذجية



البوابة المنطقية	العملية
Inverter	NOT
AND	AND
OR	OR
XOR	XOR
NAND	NAND
NOR	NOR
XNOR	XNOR

شكل 3.9: برنامج محاكي الدوائر ملتي سيم لايف

رسم الدوائر الرقمية Drawing Digital Circuits

قم بزيارة الموقع الإلكتروني: www.multisim.com وقم بتسجيل الدخول إلى حسابك من خلال المتصفح، ثم أنشئ ملفًا جديدًا.

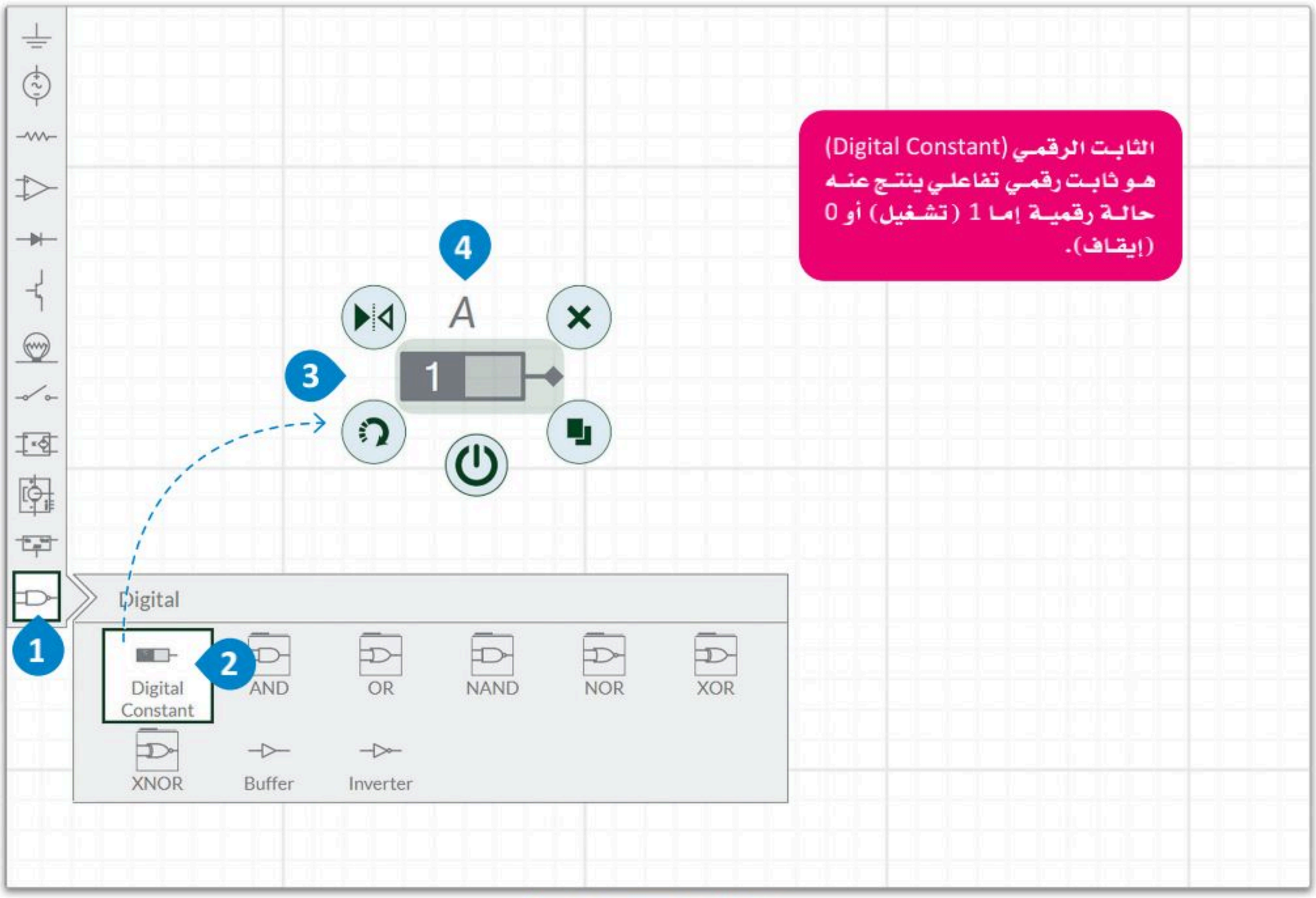
ستنشئ دائرة رقمية لبوابة **AND** المنطقية، وأول ما ستضيفه **مفتاح** (Switch) وتُسميه **A**.

لإضافة الثابت الرقمي A:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Digital (رقمي). 1

> اسحب Digital Constant (الثابت الرقمي)، 2 وأفلته في **مساحة العمل**. 3

> غيِّر اسم Digital Constant (الثابت الرقمي) إلى A. 4



شكل 3.10: إضافة الثابت الرقمي A

لمحة سريعة

يعمل الثابت الرقمي مثل المفتاح ويمكن تغيير حالته من 1 (تشغيل) إلى 0 (إيقاف) بمجرد الضغط على زر التشغيل أو بالضغط مباشرةً على المفتاح عند تشغيل عرض المحاكاة.

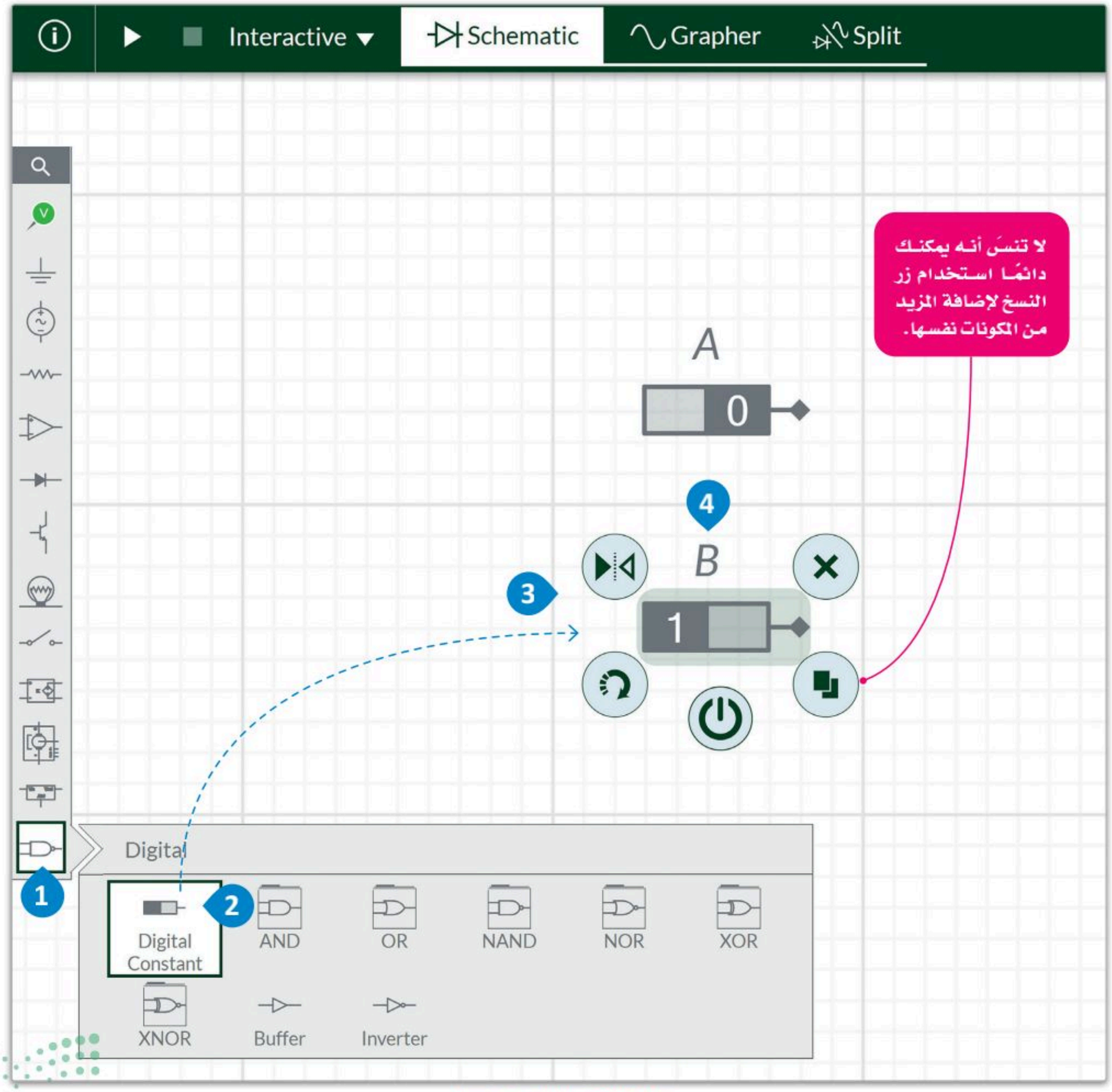
ستضيف الآن مفتاحًا ثانيًا باسم **B**.

لإضافة الثابت الرقمي B:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Digital (رقمي). 1

> اسحب Digital Constant (الثابت الرقمي)، 2 وأفلته في **مساحة العمل**. 3

> غيِّر اسم Digital Constant (الثابت الرقمي) إلى B. 4



شكل 3.11: إضافة الثابت الرقمي B

والآن قم بإضافة بوابتك المنطقية الأولى.

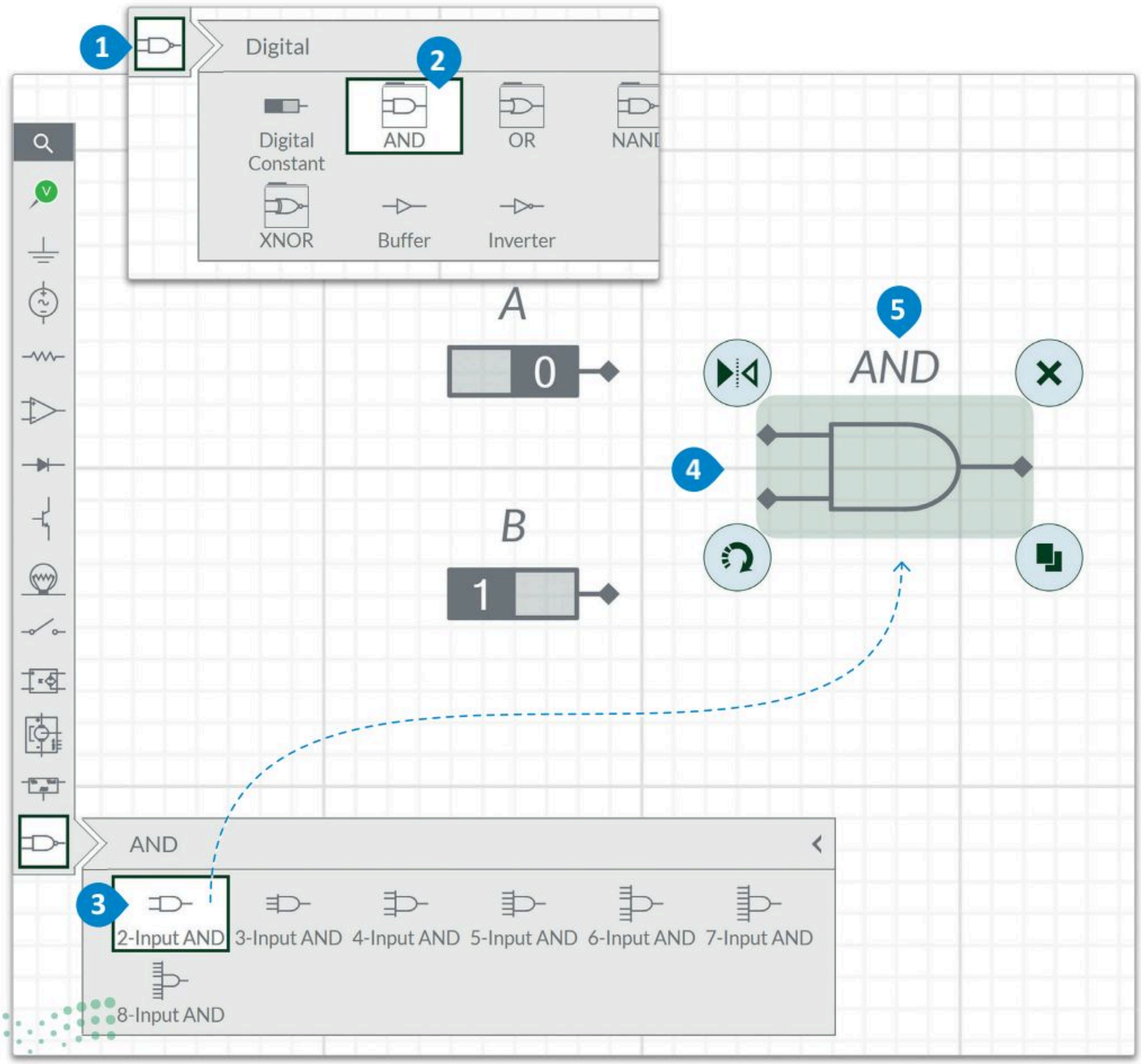
لإضافة بوابة AND المنطقية:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Digital (رقمي). 1

> اضغط على مجلد AND. 2

> اسحب 2-input AND (بوابة AND بمُدْخَلين)، 3 وأفلتها في **مساحة العمل**. 4

> غيِّر اسم البوابة 2-input AND (بوابة AND بمُدْخَلين) إلى "AND". 5



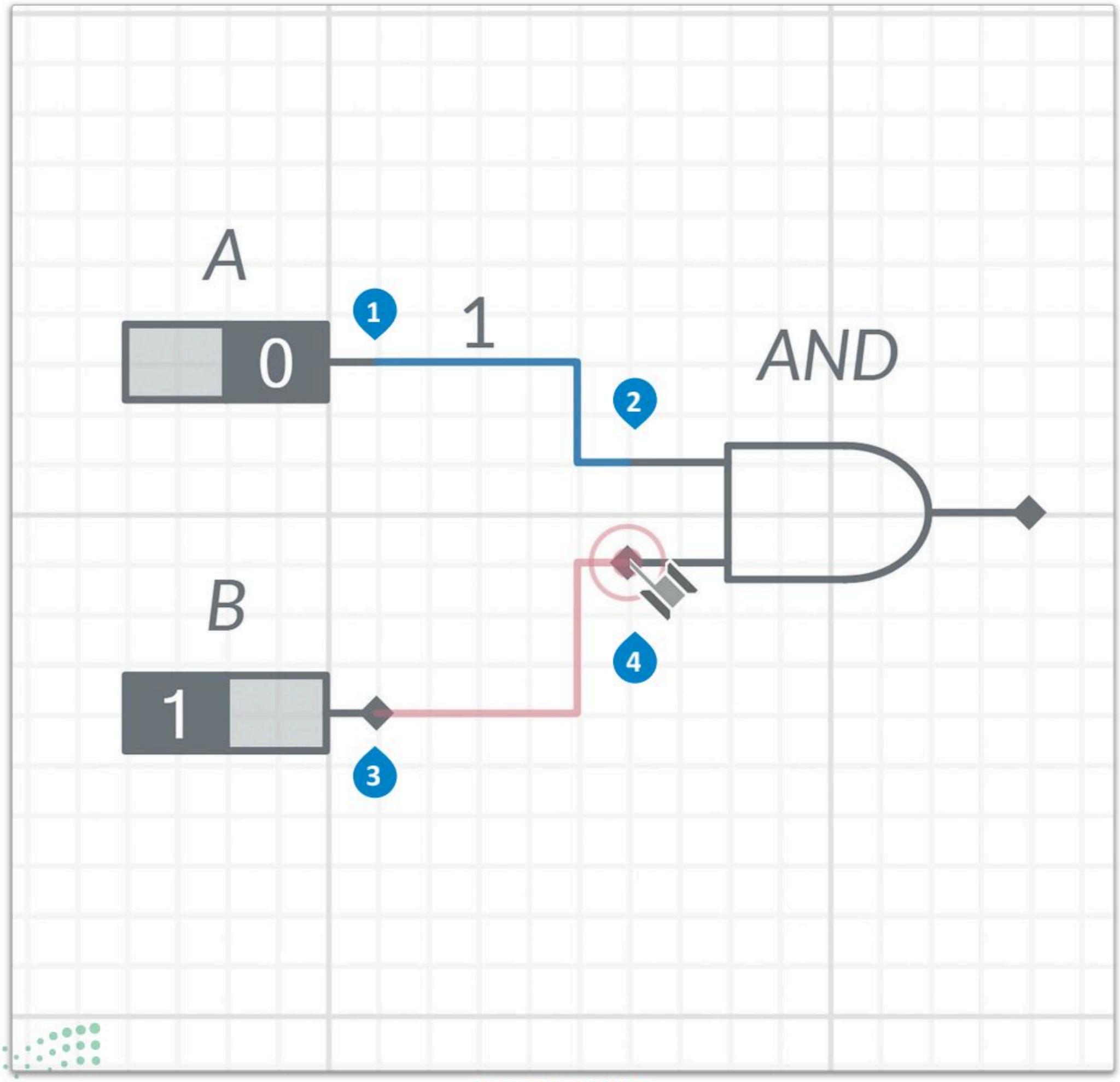
شكل 3.12: إضافة بوابة AND المنطقية

تابع العمل بتوصيل بوابة **AND** بالمفتاحين **A** و **B**.

لإجراء التوصيلات:

> اضغط على Digital Constant A (الثابت الرقمي A)، 1 ثم على المُدْخَل العلوي لـ 2-input AND (بوابة AND بمُدْخَلين). 2

> اضغط على Digital Constant B (الثابت الرقمي B)، 3 ثم على المُدْخَل السفلي لـ 2-input AND (بوابة AND بمُدْخَلين). 4



شكل 3.13: إجراء التوصيلات

قم الآن بإضافة **الدايود المشع للضوء** (LED) لمعاينة النتيجة عندما تكون 1 (حالة مرتفعة) أو 0 (حالة منخفضة).

لإضافة الدايود المشع للضوء:

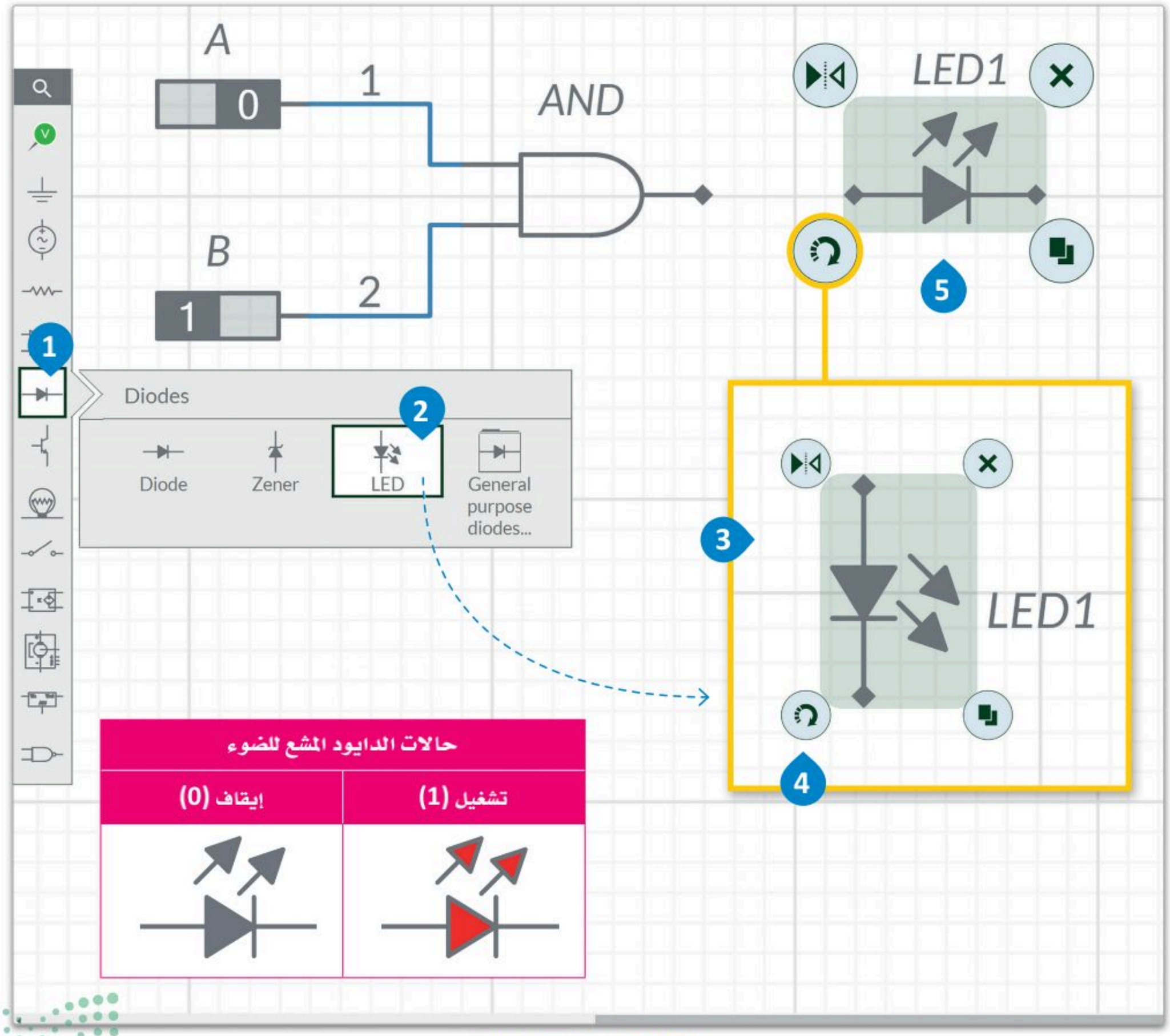
> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة التبويب Diodes (الصمامات الثنائية). 1

> اسحب LED (الدايود المشع للضوء)، 2 وأفلته في **مساحة العمل**. 3

> اضغط على زر Rotation (التدوير) 4 لتنفيذ استدارة LED (الدايود المشع للضوء) في هذا الموضع. 5

الدايود المشع للضوء (LED):

هو مكون إلكتروني يُصنع من أشباه الموصلات يبعث الضوء عند سريان تيار كهربائي خلاله.

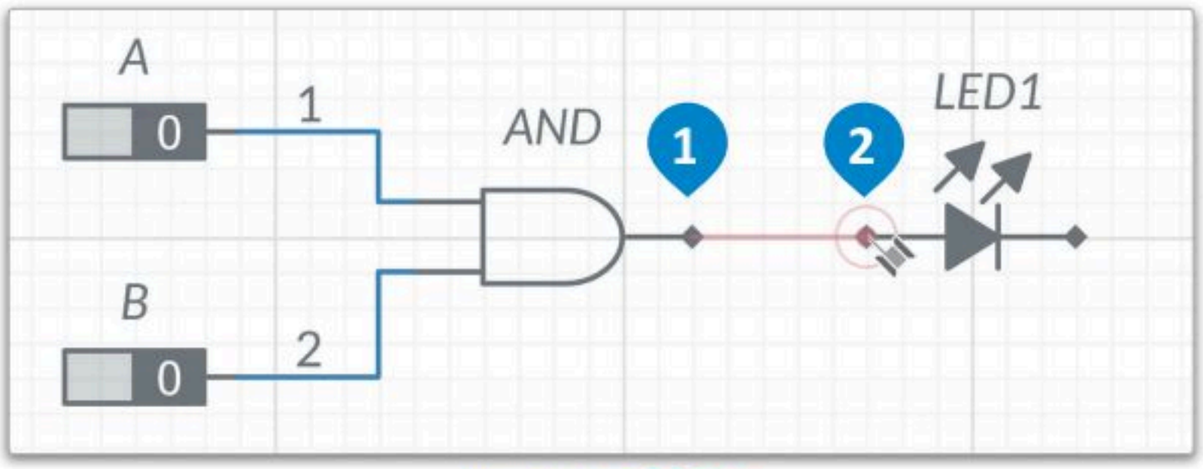


شكل 3.14: إضافة الدايود المشع للضوء

ستوصل بعد ذلك بوابة **AND** بالدايود المشع للضوء (LED1).

لإجراء التوصيلات:

> اضغط على مُخْرَج 2-input AND (بوابة AND بمُدْخَلين)، 1 ثم على مُدْخَل LED1 (الدايود المشع للضوء). 2



شكل 3.15: إجراء التوصيلات

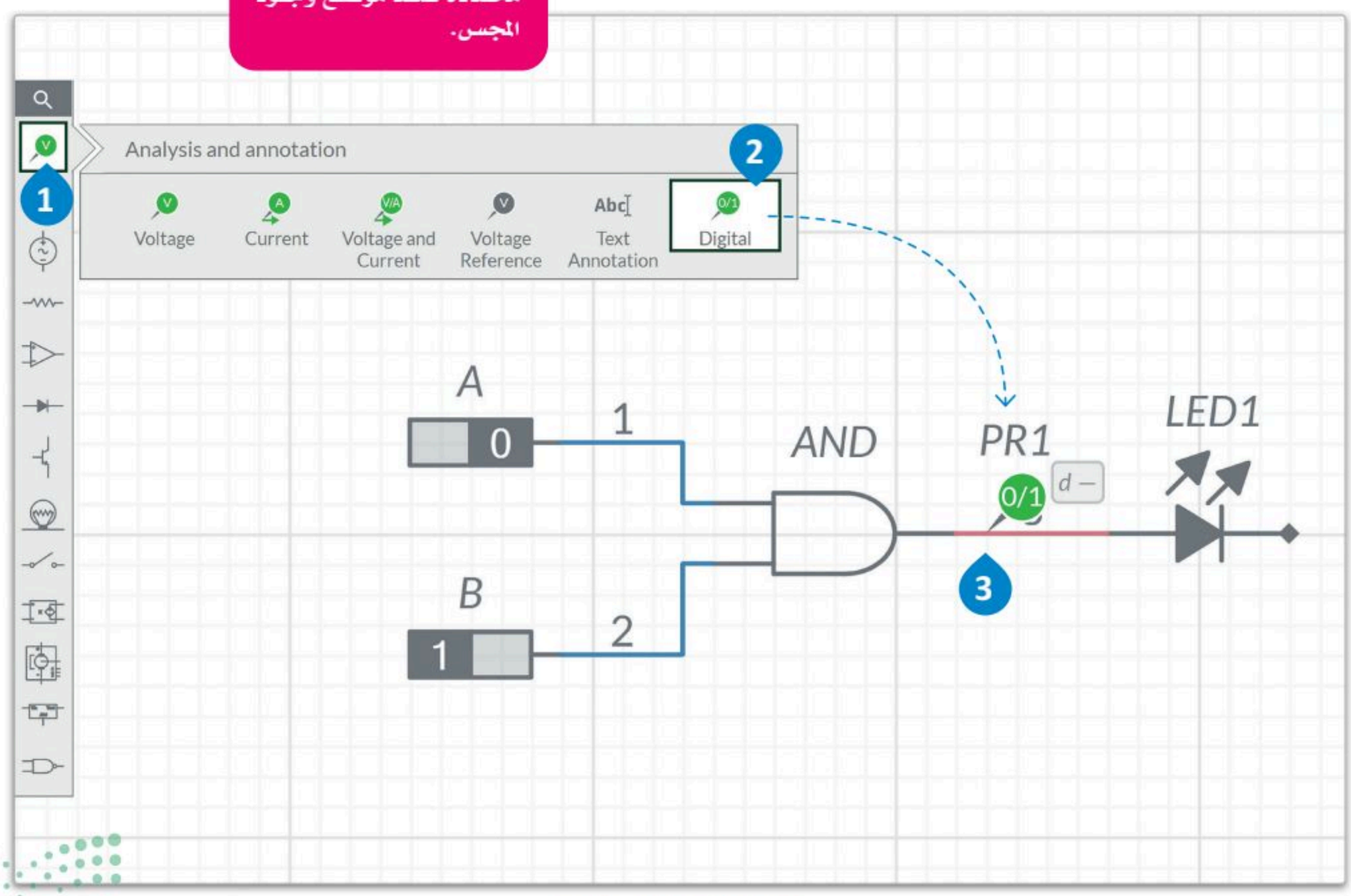
لِتُضِف الآن **المجس الرقمي** (Digital probe).

لإضافة المجس الرقمي:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة تبويب Analysis and annotation (التحليل والتعليق التوضيحي). 1

> اسحب Digital probe (المجس الرقمي)، 2 وأفلته على **التوالي** مع LED1 (الدايود المشع للضوء). 3

يمكن إضافة مجسات رقمية إلى الدائرة الرقمية لتعرض ما إذا كانت القيمة 0 (إيقاف) أو 1 (تشغيل) في نقطة محددة عند موضع وجود المجس.



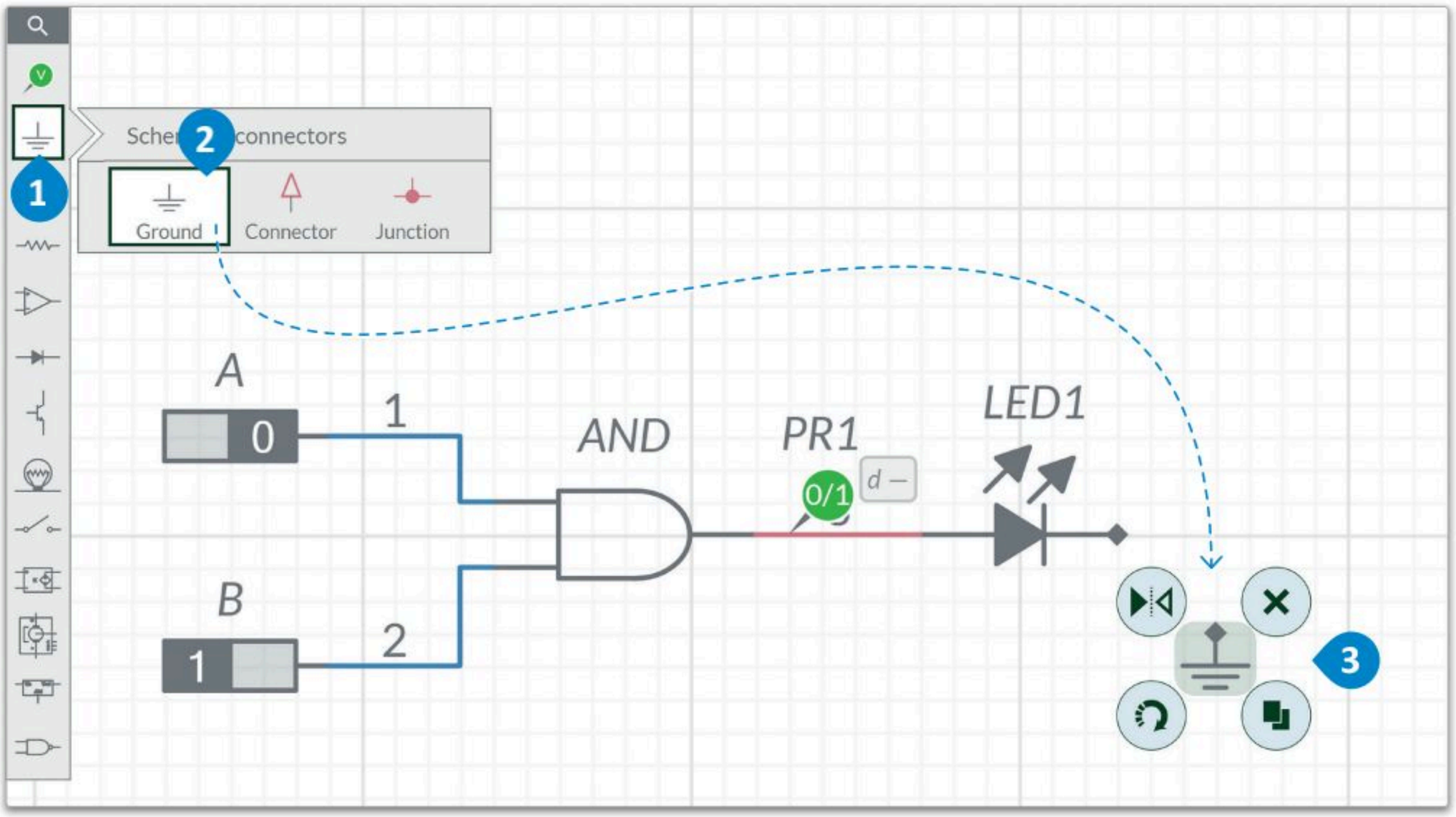
شكل 3.16: إضافة المجس الرقمي

قم الآن بإضافة **الطرف الأرضي** (Ground) إلى دائرتك الرقمية.

لإضافة الطرف الأرضي:

> من Components toolbar (شريط أدوات المكونات)، اضغط على علامة تبويب Schematic connectors (الموصلات التخطيطية). 1

> اسحب Ground (الطرف الأرضي)، 2 وأفلته في **مساحة العمل**. 3

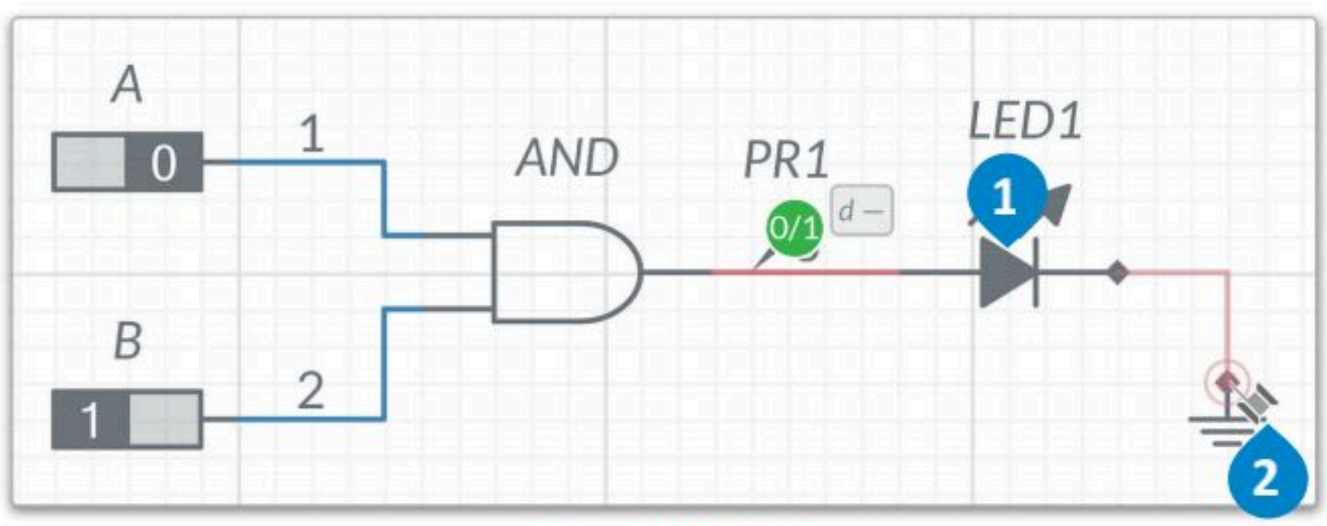


شكل 3.17: إضافة الطرف الأرضي

في النهاية تحتاج إلى توصيل **الدايود المشع للضوء** (LED1) **بالطرف الأرضي**.

التوصيلات:

> اضغط على مُخْرَج LED1 (الدايود المشع للضوء)، 1 ثم صِلْهُ **بالطرف الأرضي**. 2



شكل 3.18: التوصيلات

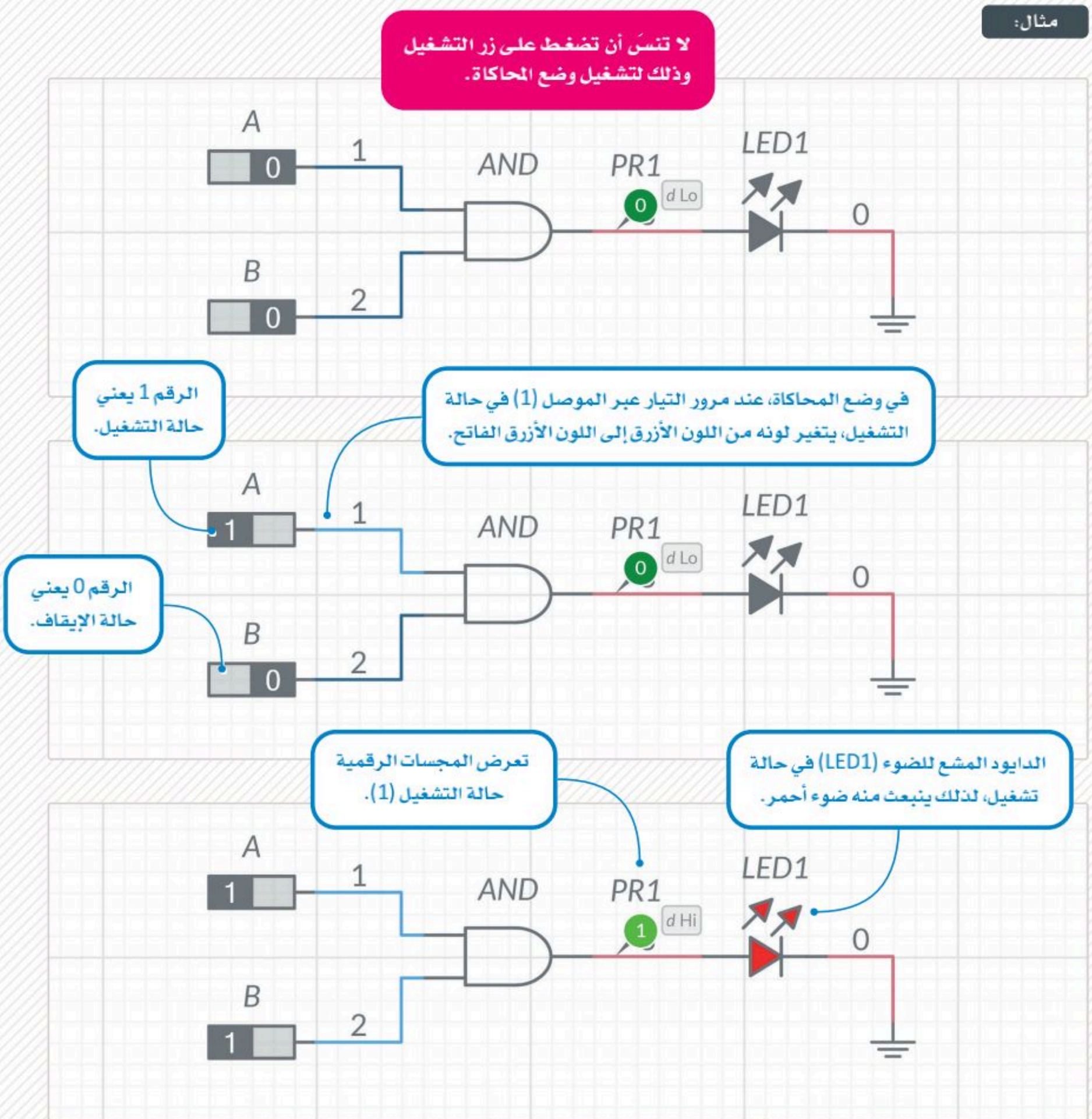
التأريض (Grounding):

في الدوائر المتكاملة هو نقطة مرجعية (0) لقياس الفولتية، ويُعدّ بمثابة حماية للدائرة من التلف في حال حدوث عطل ما.

أخيرًا تحتاج أن تلقي نظرة على آلية عمل الدائرة الرقمية في وضع المحاكاة.

- في المثال الأول، المُدْخَلات **A** و **B** في حالة **إيقاف (0)**، والمُخْرَجات في حالة **إيقاف (0)** أيضًا.
- في المثال الثاني، المُدْخَل **A** في حالة **تشغيل (1)**، والمُدْخَل **B** في حالة **إيقاف (0)**، والمُخْرَج في حالة **إيقاف (0)**.
- في المثال الثالث، المُدْخَلات **A** و **B** في حالة **تشغيل (1)**، والمُخْرَجات في حالة **تشغيل (1)**.

مثال:



معلومة

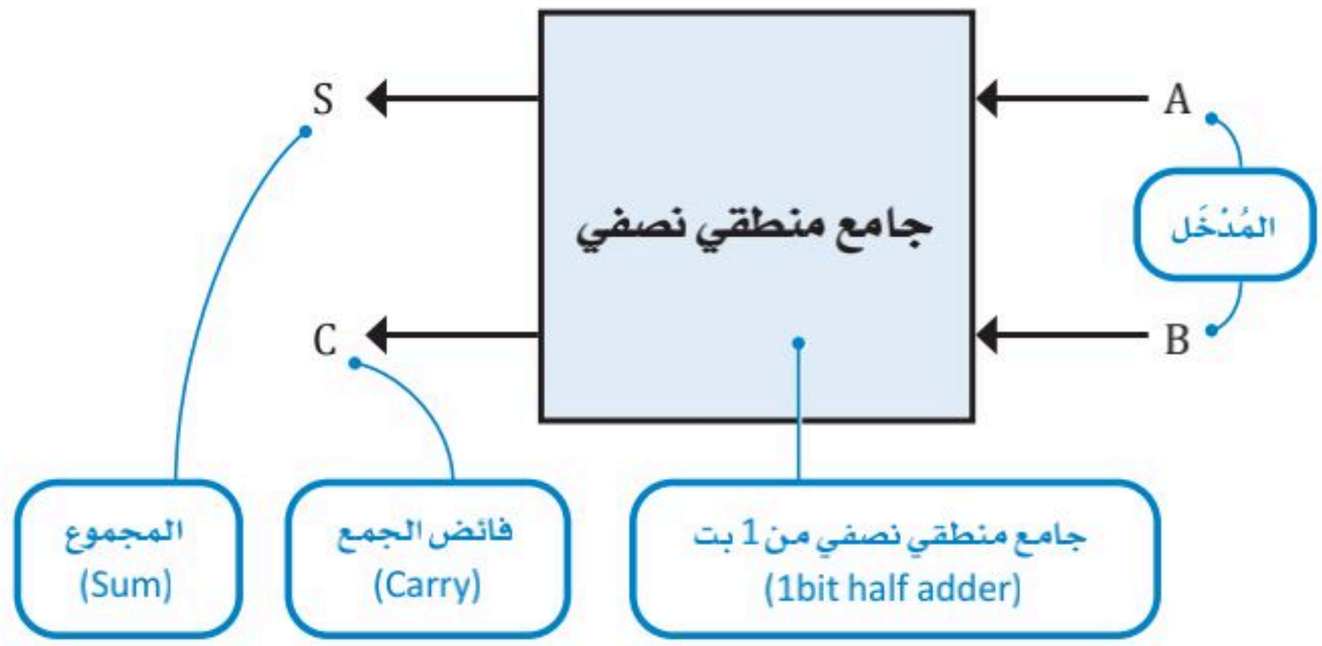
عند استخدام المجسات الرقمية فإن (0) = d Lo ترمز للإيقاف، و (1) = d Hi تعني التشغيل.

الجامع المنطقي النصفي Half Adder

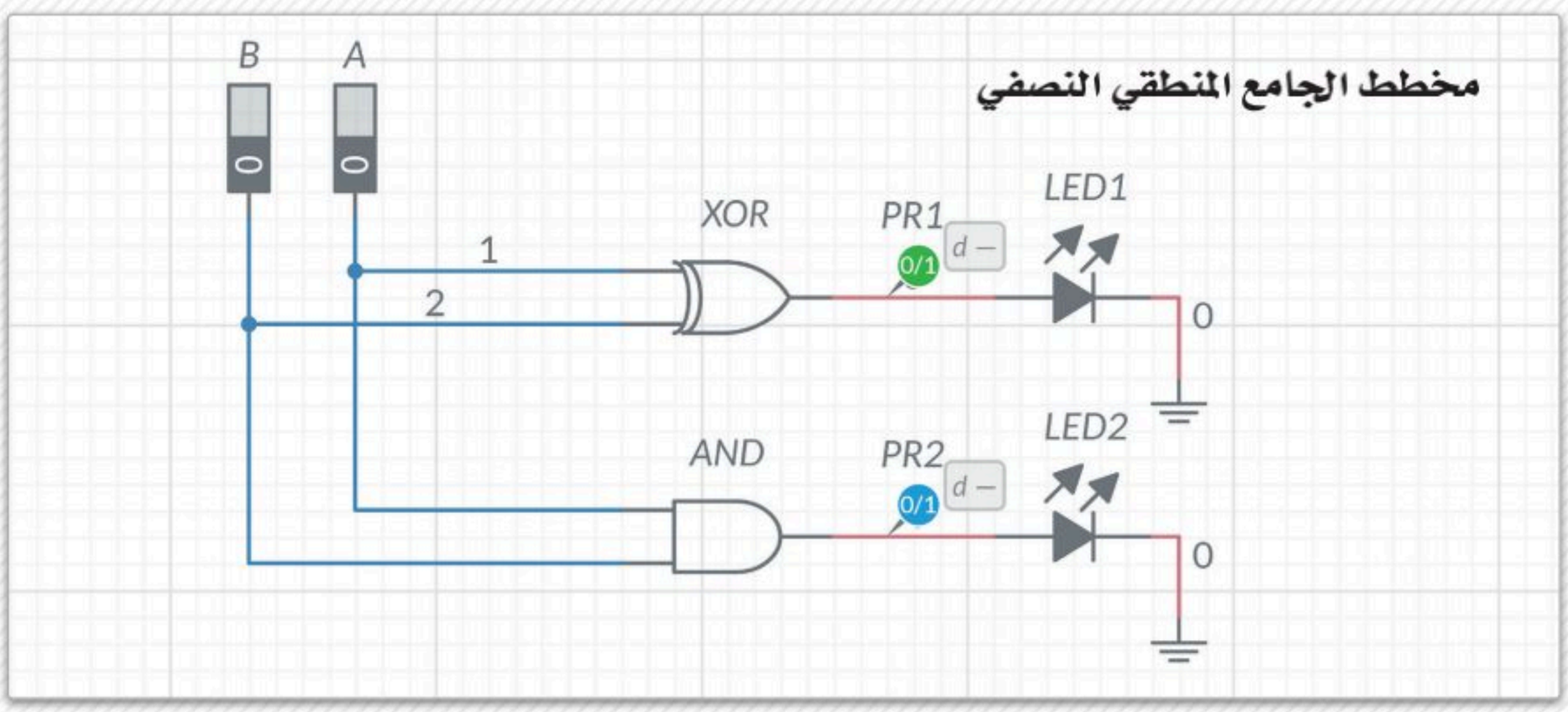
الجامع المنطقي النصفي هو عبارة عن دائرة رقمية مهمتها جمع الأرقام. يجمع الجامع المنطقي النصفي رقمين ثنائيين بخانة واحدة، وينتج المُخْرَج من خانتين بالإضافة إلى قيمة حِمل. يحتوي الجامع على مُدْخَلين A و B، ومُخْرَجين هما: **المجموع** (Sum)، والآخر **فائض الجمع** (Carry)، وغالبًا تُصمّم هذه الدائرة باستخدام بوابة XOR واحدة وبوابة AND منطقية أخرى.

إذا دُمج جامعان منطقيان نصفيان معًا باستخدام بوابة OR يصبح لدينا جامع منطقي كامل (Full Adder).

C	S	B	A
0	0	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
1	0	1	1



مثال:



معلومة

يستخدم كلٌّ من الجوامع المنطقية النصفية والجوامع النصفية الكاملة دوائر رقمية لتمثيل البوابات المنطقية المدمجة، ويُستخدم كلٌّ منهما في عمليات الجمع، ولكن يتمثل الاختلاف الرئيس بينهما في أن أدوات الجامع الكامل تستخدِم الحِمل من العملية الحسابية السابقة كمُدْخَل ثالث في الحسابات ذات الخانتين (2 بت)، بينما يتجاهل الجامع المنطقي النصفي أي قيم سابقة لخانة الحِمل. تتكون الجوامع الكاملة من دمج جامعين منطقيين نصفيين وبوابة OR.

تمرينات

1 ما نوع البوابات المنطقية التي يمكن إنشاؤها عند الجمع بين البوابات المنطقية، وكيف يمكنك استخدام كلٍ منها؟

2 ما وظيفة الصمامات الثنائية؟ وماذا يطلق على طرفيها الاثنين؟

3 ما ميزات استخدام الترانزستورات؟

4 ما المقصود بالدوائر المتكاملة؟

5 افتح برنامج ملتي سيم لايف وارسم الدائرة الأساسية لبوابة OR المنطقية، ولاحظ أنك ستحتاج إلى استخدام المكونات الموضحة أدناه.

Digital Constant

(الثابت الرقمي)

2-input OR

(بوابة OR بمُدْخَلين)

LED

(الدايود المشع للضوء)

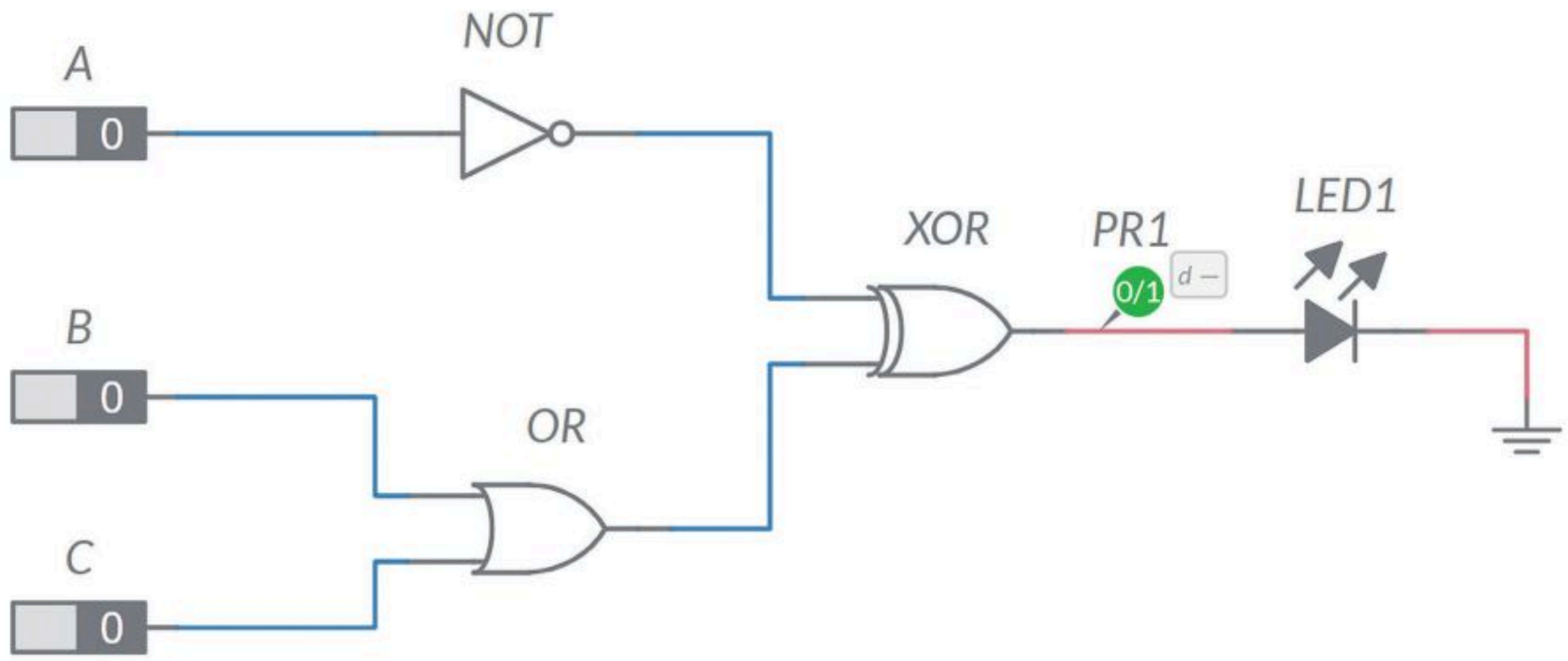
Ground

(الطرف الأرضي)

6 ارسم الدائرة الرقمية المقابلة للدالة الآتية في برنامج ملتي سيم لايف.

$$Y = (\overline{A} + B) \cdot (\overline{A \cdot C})$$

7 أنشئ الدائرة الرقمية الآتية في برنامج ملتي سيم لايف.

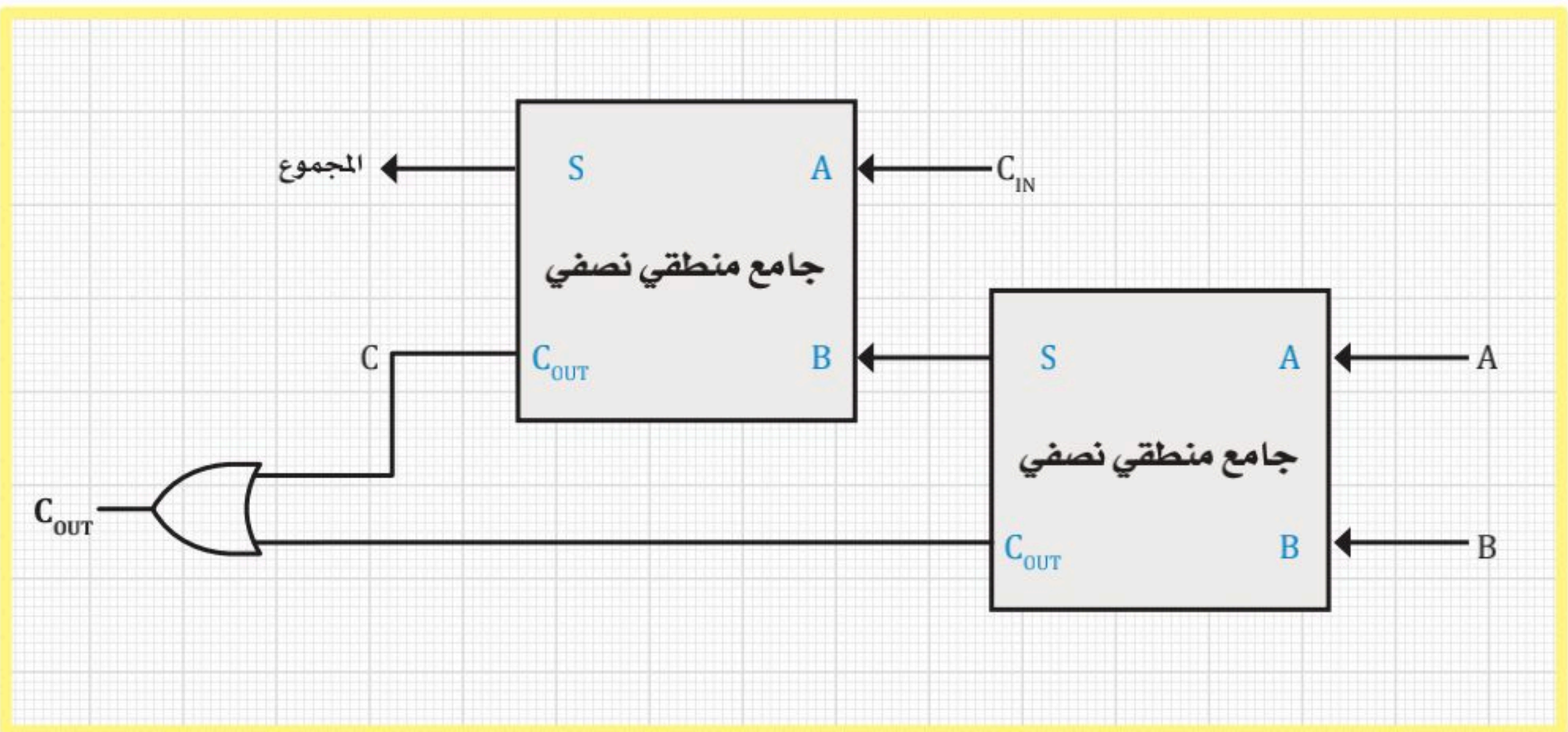


ما الحالات التي يكون فيها المجس (المُخْرَج) في حالة إيقاف (0)؟ وفي أي الحالات يكون فيها في حالة تشغيل (1)؟ شغل المحاكاة واملأ الجدول أدناه.

المُدْخَل A	المُدْخَل B	المُدْخَل C	المُخْرَج Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

المشروع

يمكنك أن تلاحظ في هذا المشروع كيف يُمكن تبسيط الجامع المنطقي الكامل إلى جامعين نصفيين منطقيين.



قم بتنفيذ ما يلي:

استخدِم برنامج **ملتي سيم لايف** لتصميم **جامع منطقي** كامل، ووصل جميع البوابات المنطقية بطريقة صحيحة.

بعد الانتهاء من إنشاء الدائرة، أنشئ جدول الحقيقة و**مخطط كارنوف**، ووضِّح ما إذا كان بالإمكان تبسيطها.

ماذا تعلّمت

- استخدام قواعد الجبر البوليني.
- استخدام الجبر البوليني لتبسيط الدوال.
- دمج البوابات المنطقية.
- استخدم مخططات كارنوف لتبسيط الدوال.
- استخدام برنامج ملتي سيم لايف (Multisim Live) لتصميم ومحاكاة الدوائر الرقمية.

المصطلحات الرئيسة

الدائرة المتكاملة	Integrated Circuit	الجبر البوليني	Boolean Algebra
مخطط كارنوف	Karnaugh Map	دائرة فك التشفير	Decoder
الدايود المشع للضوء	LED	المُفرِق	Demultiplexer
بوابة منطقية	Logic Gate	الصمام الثنائي	Diode
الدامج	Multiplexer	مُشفر	Encoder
ترانزستور	Transistor	القلابات	Flip-Flops

4. محاكاة الدوائر الإلكترونية باستخدام دوائر تينكركاد (Tinkercad Circuits)

سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على استخدام برنامج حاسوبي لمحاكاة الدوائر الإلكترونية. وأيضًا، سيتعلّم كيفية إنشاء الدوائر الإلكترونية وتعديلها ومحاكاتها باستخدام تطبيق دوائر تينكركاد. وختامًا سيستخدم التطبيق لإجراء القياسات المختلفة داخل الدوائر.

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يُصمِّم دائرة إلكترونية باستخدام تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد.
- يُطبِّق أفضل الممارسات والطرائق لتوصيل المُكونات الإلكترونية.
- يُحاكي الدائرة الإلكترونية باستخدام تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد.
- يُصمِّم الدوائر الكهربائية باستخدام تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد.
- يقيس التيار في دائرة إلكترونية باستخدام تقنيات مختلفة.
- يكتشف أخطاء الدائرة الإلكترونية ويصححها.

الأدوات:

- تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد (Autodesk Tinkercad Circuits)

رابط الدرس الرقمي

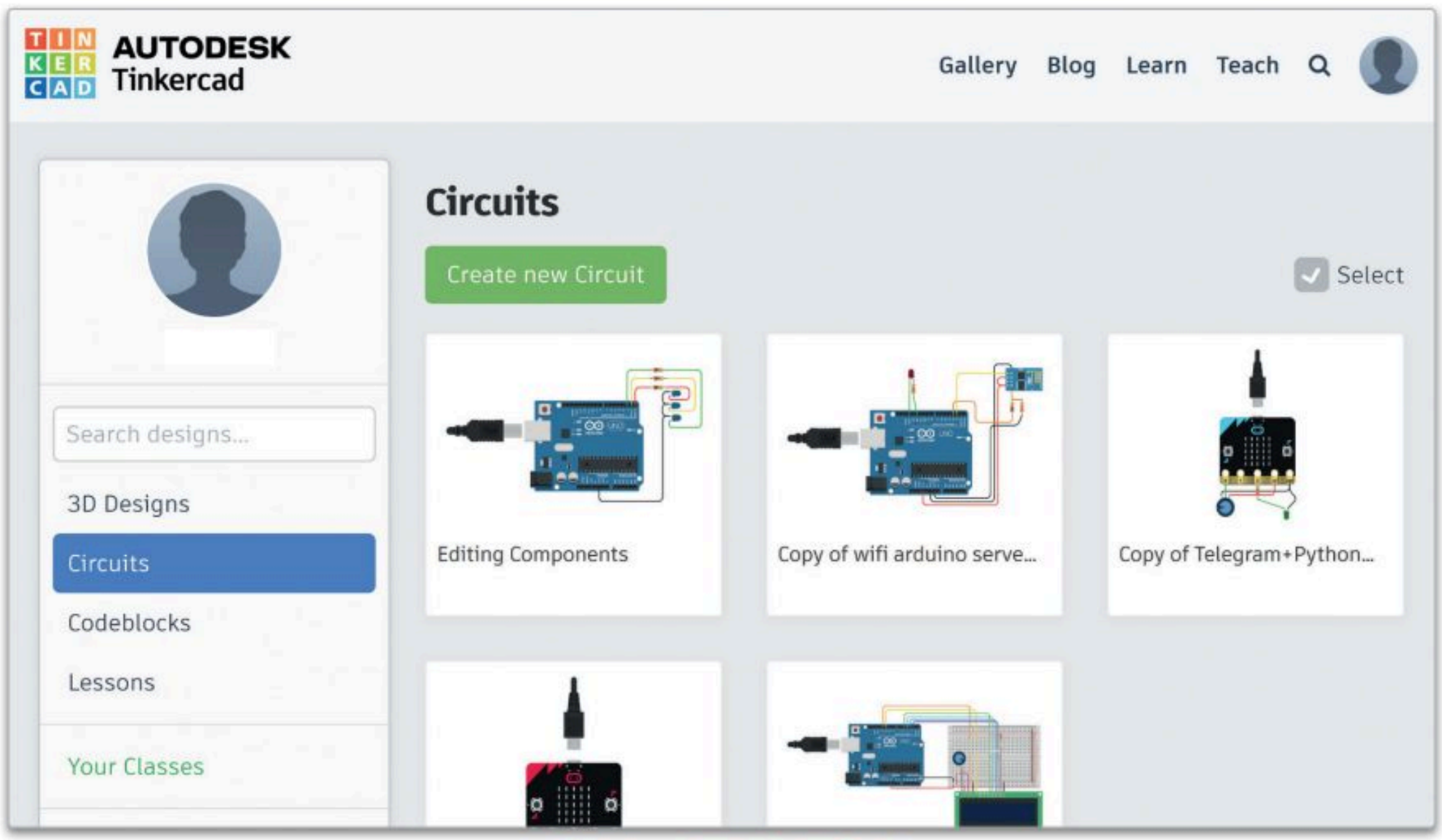
www.ien.edu.sa

الدرس الأول

تصميم ومحاكاة الدوائر الإلكترونية

ما دوائر تينكركاد؟ What Tinkercad Circuits is

دوائر تينكركاد هو تطبيق إلكتروني مجاني أُنشئ من قبل شركة **أوتوديسك** (Autodesk) ليُستخدم للأغراض التعليمية. يتيح هذا التطبيق إنشاء نماذج أولية **رقمية** (Digital) **وتماثلية** (Analog) للدوائر الإلكترونية من خلال شبكة الإنترنت. يمكن على هذا التطبيق إنشاء دوائر بسيطة واختبارها مُدعَّمة **بدايودات مشعة للضوء** (LEDs)، **وطنانات** (Buzzers)، **ومفاتيح** (Switches)، **ومستشعرات** (Sensors). بالإضافة إلى ذلك يمكن تضمين **أجهزة التحكم الدقيقة** (Microcontrollers)، والتي تُعدُّ حاسوبًا بدائيًّا قابلًا للبرمجة، وذلك للتحكم في بعض عناصر الدوائر مثل الدايودات المشعة للضوء والمحركات. تُعدُّ دوائر تينكركاد إحدى الأدوات التي تتضمن تصاميم ونماذج ثلاثية الأبعاد، وتُستخدم البرمجة في إنشاء التصاميم ثلاثية الأبعاد أو دوائر أجهزة التحكم الدقيقة.

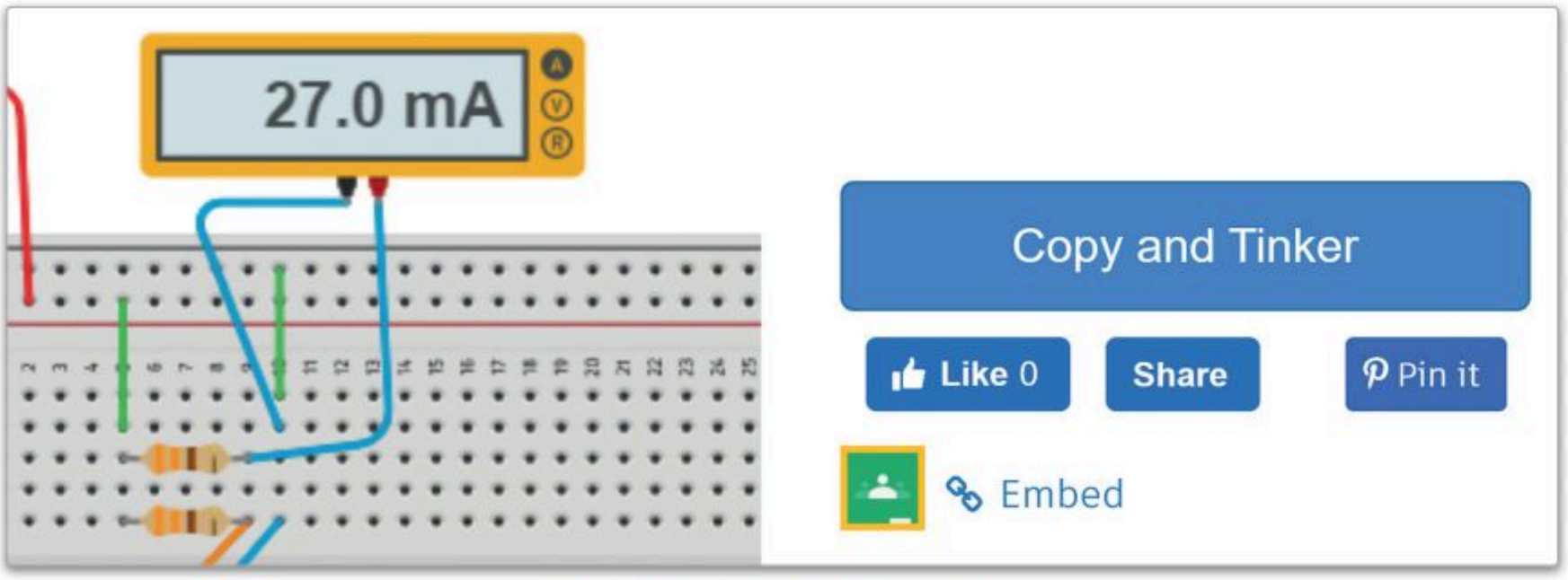


شكل 4.1: واجهة دوائر أوتوديسك تينكركاد

تستخدم دوائر تينكركاد مفهوم النماذج الأولية وتصميم نموذج مبدئي وبناءه لمنتج وذلك لاختباره وتقييمه. وقد يكون هذا النموذج الأولي تطبيقًا لفحص المفاهيم، وذلك للتأكد من أن الأنظمة والأجهزة تعمل حسب ما هو متوقع. وإلى جانب بساطة هذا التطبيق، فإنه يمتاز بإمكانات محاكاة قوية، فلا توجد حاجة لشراء المُكونات الإلكترونية كالمستشعرات أو لوحات **الأردوينو** (Arduino) أو المحركات، وهكذا يمكن تجنب تعرض المُكونات للتلف في حالة وجود مشكلة في الدائرة.

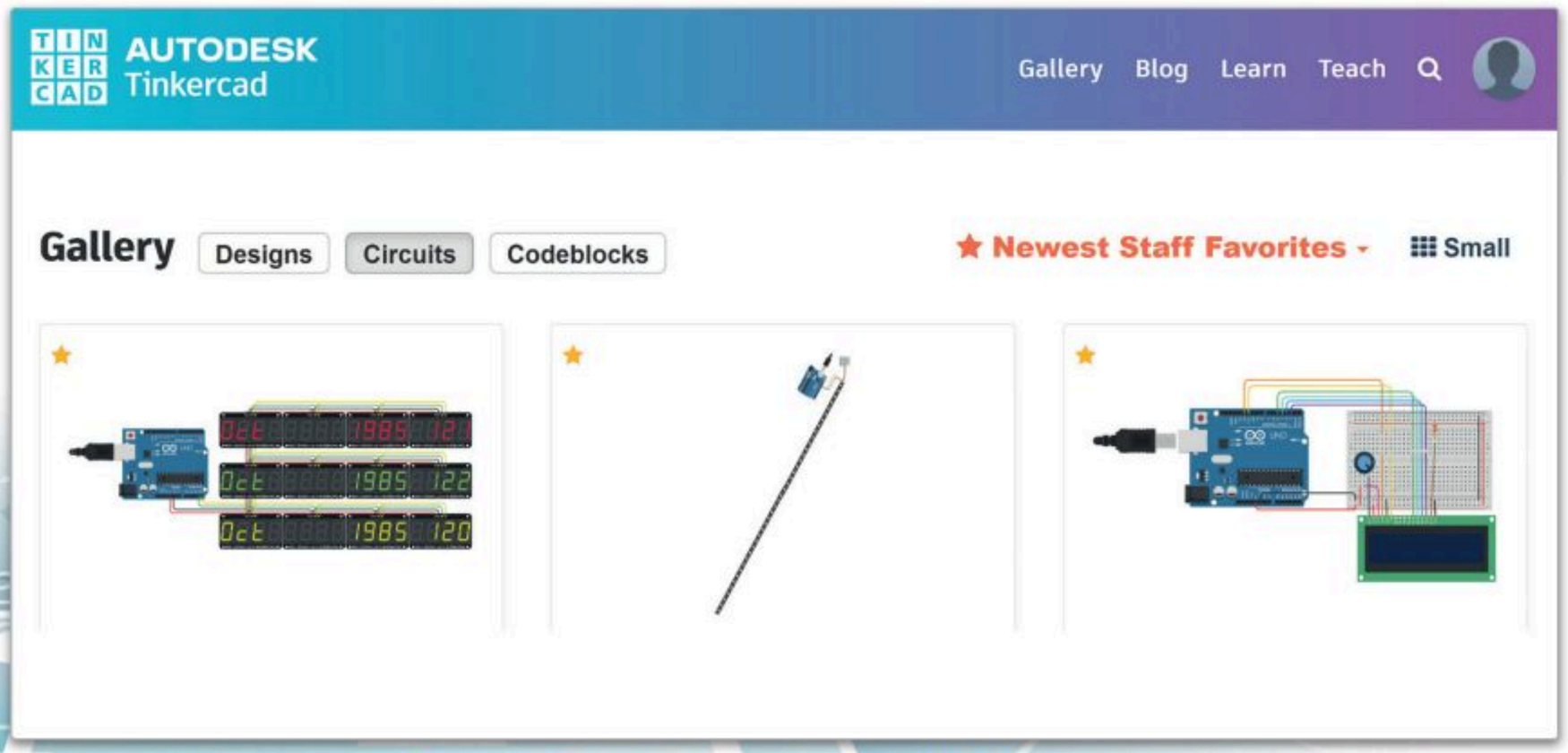
يمكنك الوصول إلى دوائر تينكركاد من الموقع الإلكتروني https://www.tinkercad.com، والذي يتيح إنشاء حساب شخصي تُحفظ فيه الدوائر وتُشاركها مع الآخرين. يحتوي التطبيق على العديد من تصاميم المشاريع الجاهزة، والتي تُصنّف لثلاث فئات: **التصاميم** (Designs)، **والدوائر** (Circuits)، **واللبنات البرمجية** (Codeblocks).

يمكنك إعادة استخدام أي دائرة عامة وتوسيعها باستخدام زر **النسخ والتعديل** (Copy and Tinker).



شكل 4.2: ميزة نسخ وتعديل الدوائر في تينكركاد

تُعدُّ الدوائر الكهربائية والإلكترونية حجر الأساس لجميع الأجهزة، ويتعين على جميع من يعمل في مجال الإلكترونيات تعلُّم كيفية تصميمها وتنفيذها. ستتعلم في هذه الوحدة أساسيات إنشاء الدوائر الإلكترونية من خلال تطبيق دوائر تينكركاد، وستستكشف محرر الدائرة التفاعلية وستقوم بمحاكاة نماذجك الأولية في بيئة آمنة.



شكل 4.3: ميزة استخدام معرض دوائر تينكركاد

قبل البدء بتصميم الدائرة الإلكترونية في تطبيق دوائر تينكركاد، يجب أن يكون هناك تصور تقريبي عما ستبدو عليه الدائرة الإلكترونية، وذلك من خلال إنشاء مخطط مرسوم يدويًا. عند الانتهاء من رسم مخطط الدائرة الإلكترونية، قم بزيارة موقع دوائر تينكركاد، حيث ستُنشئ في هذا الدرس إحدى الدوائر، وستستخدم **بدء المحاكاة** (Start Simulation) لتشغيل الدايود المشع للضوء وإيقاف تشغيله.

لإنشاء دائرة إلكترونية:

> افتح متصفح المواقع الإلكترونية وانتقل إلى الموقع: https://www.tinkercad.com. (1)

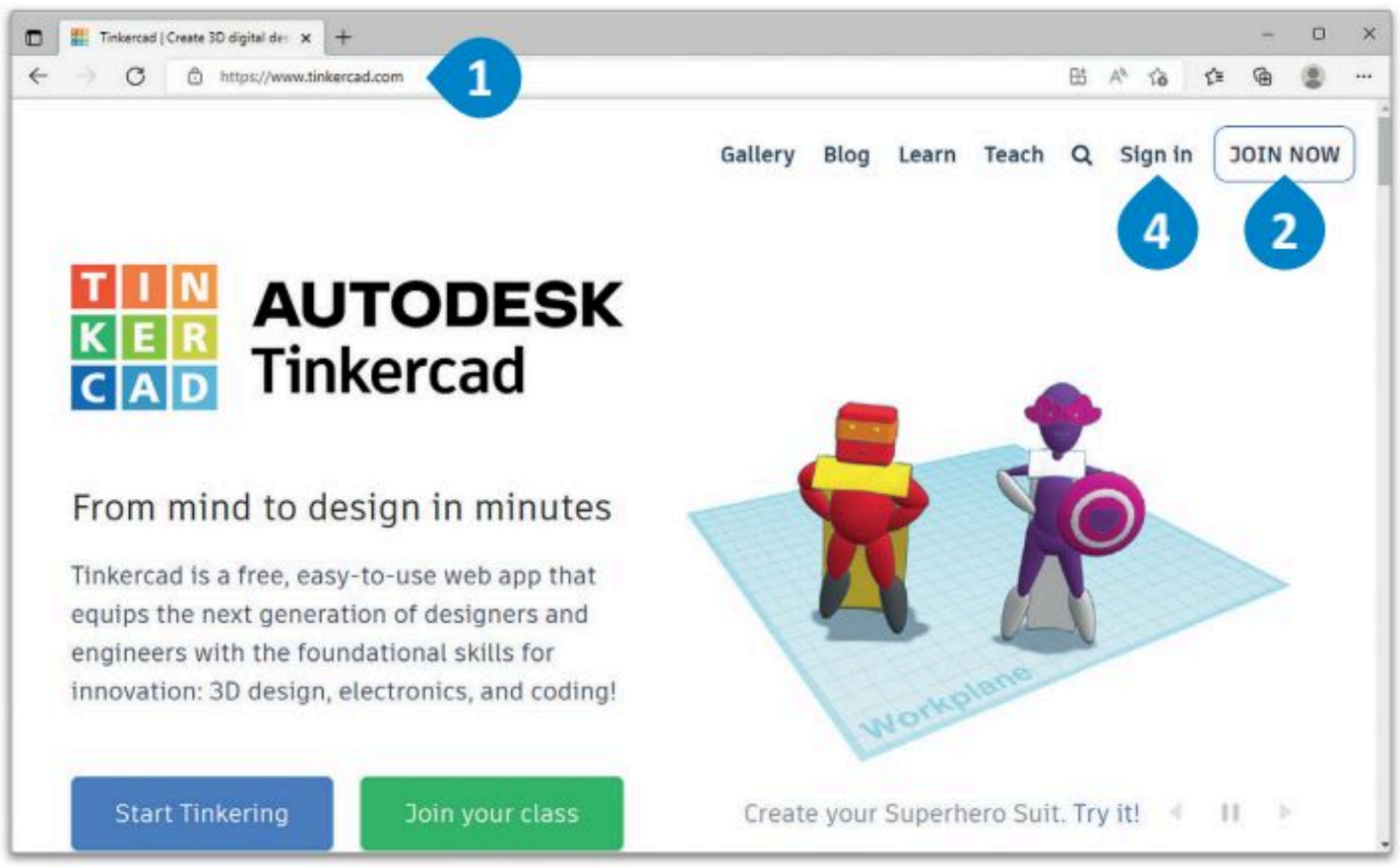
> اضغط على JOIN NOW (الانضمام الآن). (2)

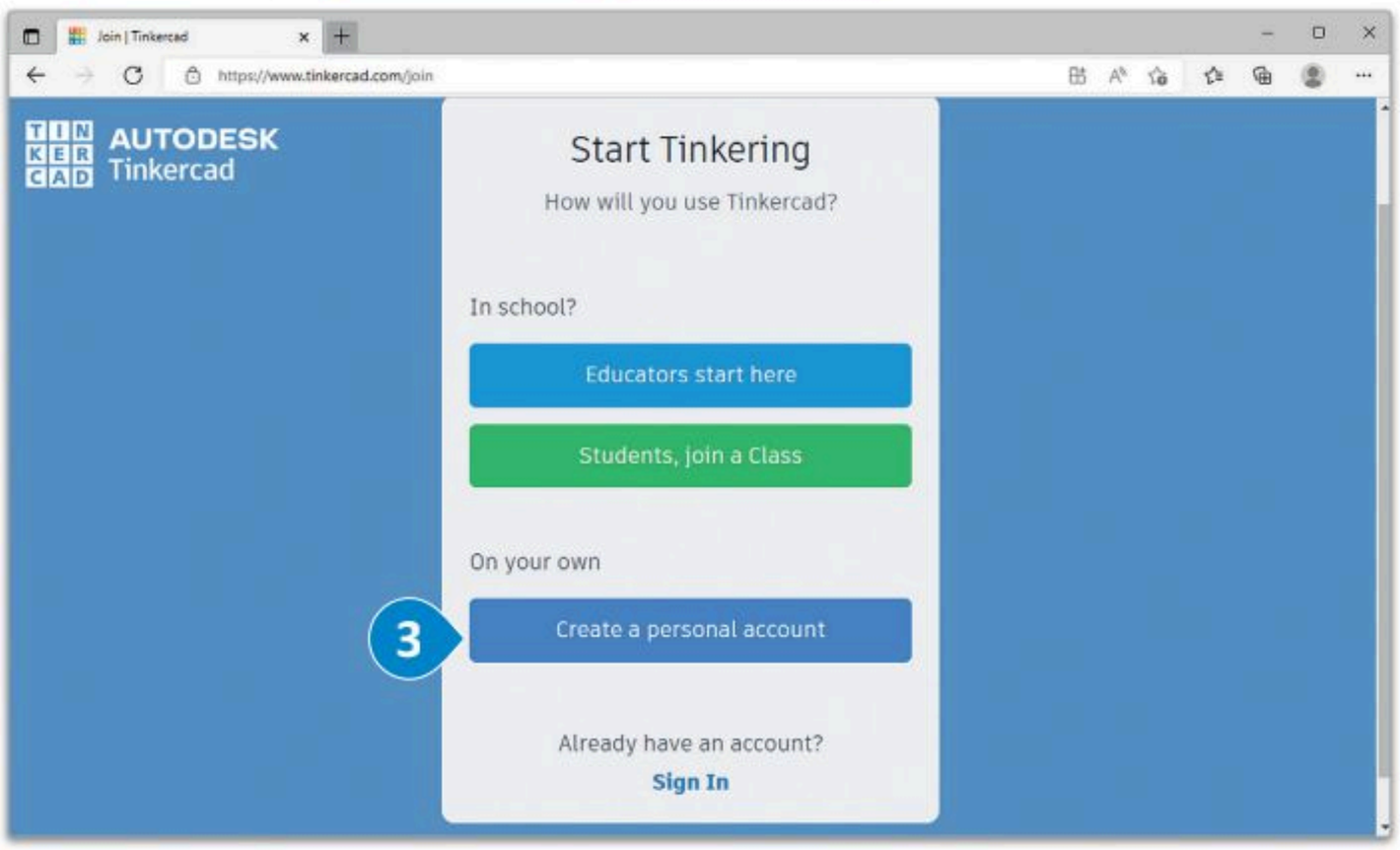
> أنشئ حسابًا، (3) ثم اضغط على Sign in (سجل دخولك). (4)

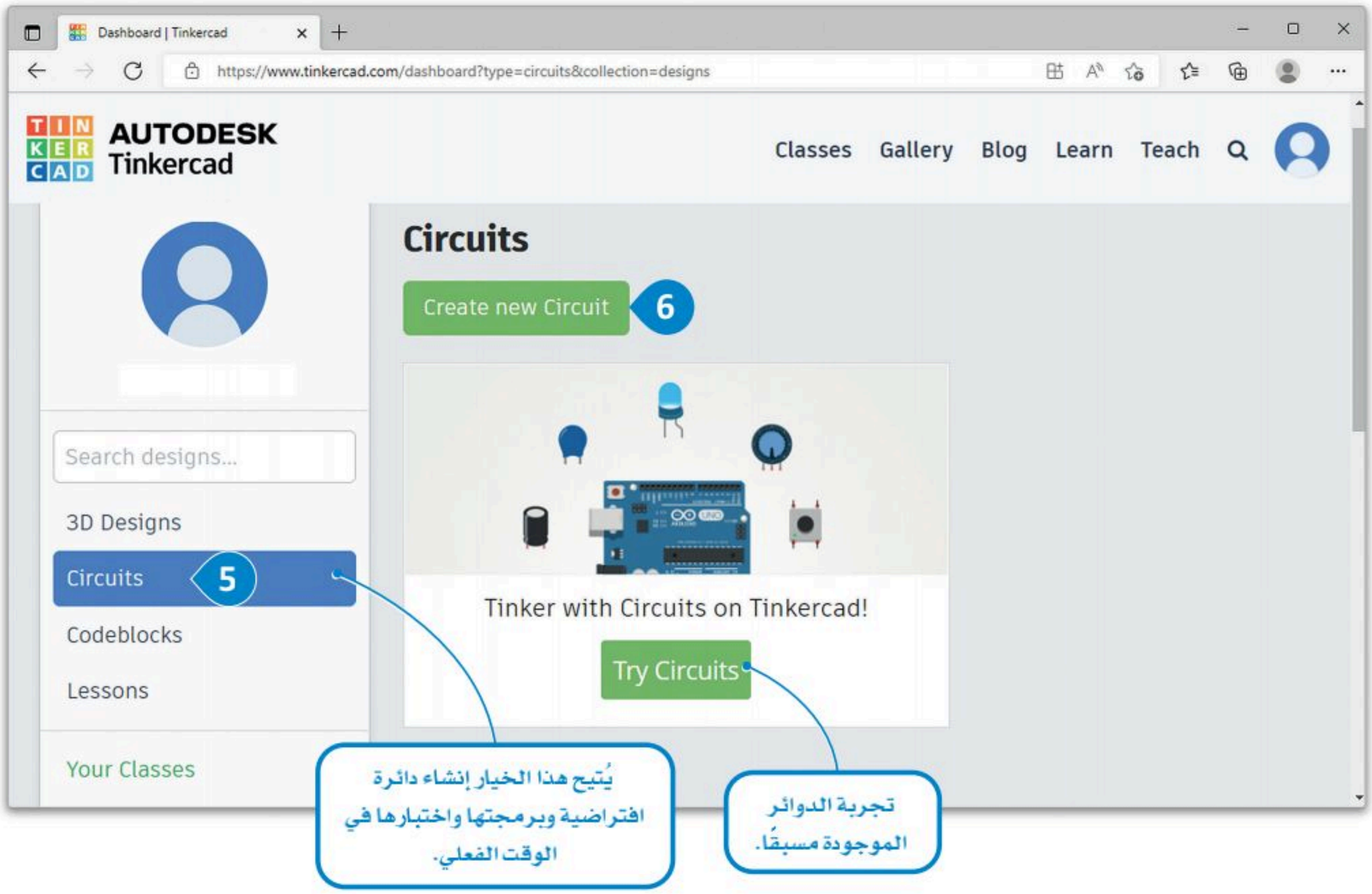
> في الصفحة الرئيسة للتطبيق، اضغط على Circuits (الدوائر). (5)

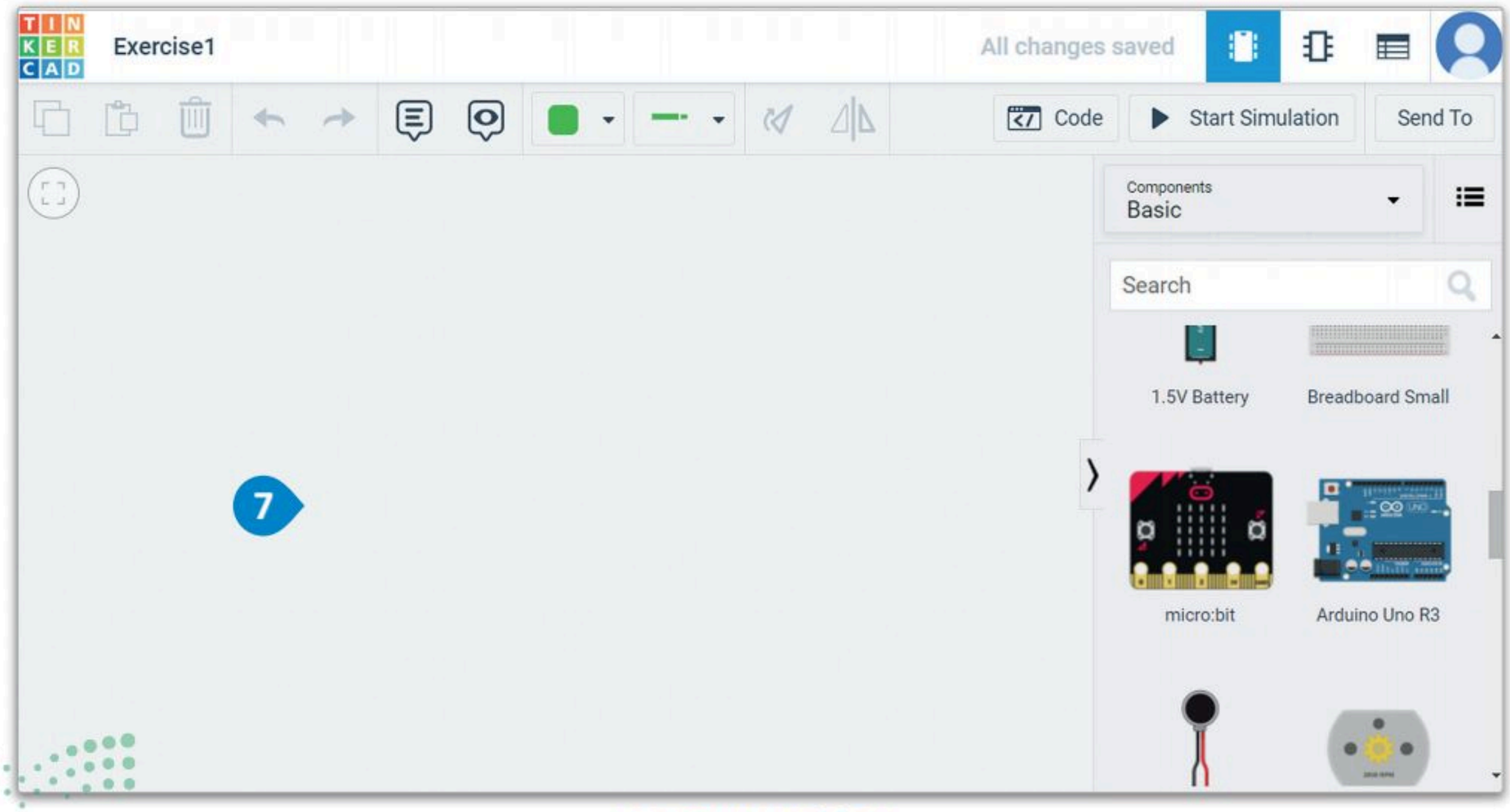
> اضغط على Create new Circuit (إنشاء دائرة جديدة). (6)

> سيُنشأ مشروع جديد للدائرة ويُفتح. (7)



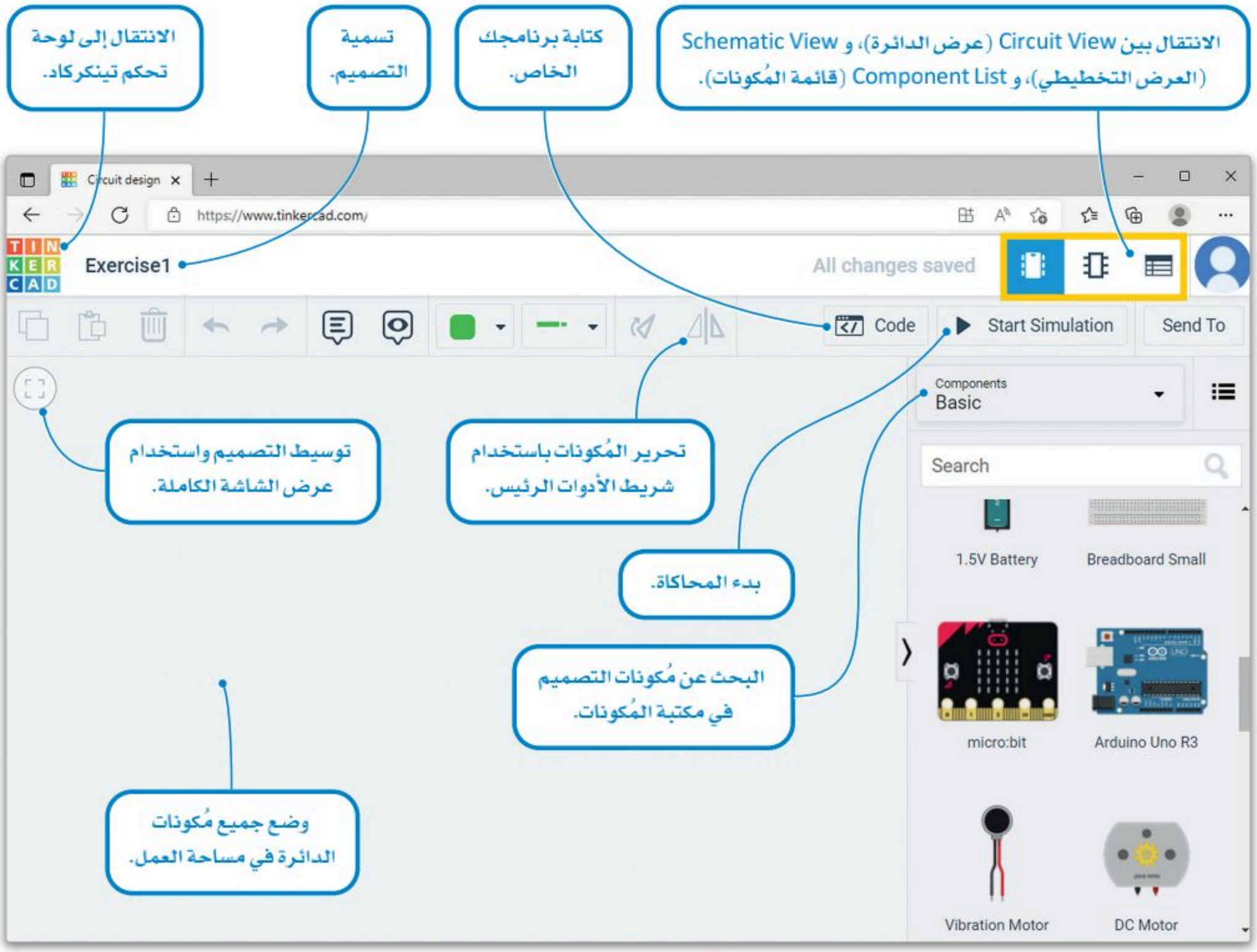






شكل 4.4: إنشاء دائرة إلكترونية

النافذة الرئيسة لتطبيق دوائر تينكركاد The Main Window of Tinkercad Circuits



شكل 4.5: نافذة دوائر تينكركاد الرئيسة

طرائق العرض Views

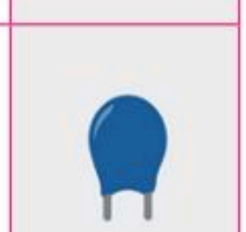
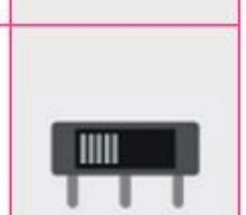
إن طريقة **عرض الدائرة** (Circuit view) هي طريقة العرض الافتراضية في البرنامج، وتتضمن طريقة **العرض التخطيطي** (Schematic View) رسمًا تخطيطيًا يُنشأ تلقائيًا لتصميم الدائرة، وتتيح لك طريقة عرض **قائمة المُكونات** (Component List) تصدير **قائمة المواد** (Bill Of Materials) التي تسرد جميع المُكونات التي أُضيفت إلى الدائرة.

لمحة سريعة

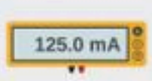
يحفظ تطبيق دوائر تينكركاد عملك بصورة تلقائية حيث يُحدّث النظام الملف المحفوظ كل بضع دقائق.

التوصيلات والمُكونات الأساسية Core Components and Wiring

تشتمل المُكونات الإلكترونية على دايودات مشعة للضوء ومفاتيح ومقاومات ومصادر الطاقة. هذه المُكونات مُتاحة في الخيار **الأساسي** (Basic).

مقاومة (Resistor)	
الدايود المشع للضوء (LED)	
مفتاح الضغط (Pushbutton)	
مقاومة متغيرة (Potentiometer)	
مُكثف (Capacitor)	
مفتاح منزلق (Slideswitch)	
بطارية 9 فولت (9V Battery)	
بطارية دائرية 3 فولت (Coin Cell 3V Battery)	

بطارية 1.5 فولت (1.5V Battery)	
لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small)	
لوحة مايكروبت (micro:bit)	
أردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3)	
محرك اهتزاز (Vibration Motor)	
محرك تيار مستمر (DC Motor)	
محرك سيرفو مصغر (Micro Servo)	
محرك تروس (Hobby Gearmotor)	

ترانزستور ثنائي القطب من نوع NPN (NPN Transistor (BJT))	
دايود مشع للضوء بثلاث ألوان (LED RGB)	
صمام ثنائي (Diode)	
مقاومة ضوئية (Photoresistor)	
مُستشعِر رطوبة التربة (Soil Moisture Sensor)	
مُستشعِر موجات فوق صوتية (Ultrasonic Distance Sensor)	
مُستشعِر الحركة (PIR Sensor)	
الطنان الكهربائي (Piezo Buzzer)	
مُستشعِر الحرارة (Temperature Sensor [TMP36])	
ملتميتر أو جهاز قياس متعدد (Multimeter)	

شكل 4.6: المُكونات الأساسية لتطبيق دوائر تينكركاد

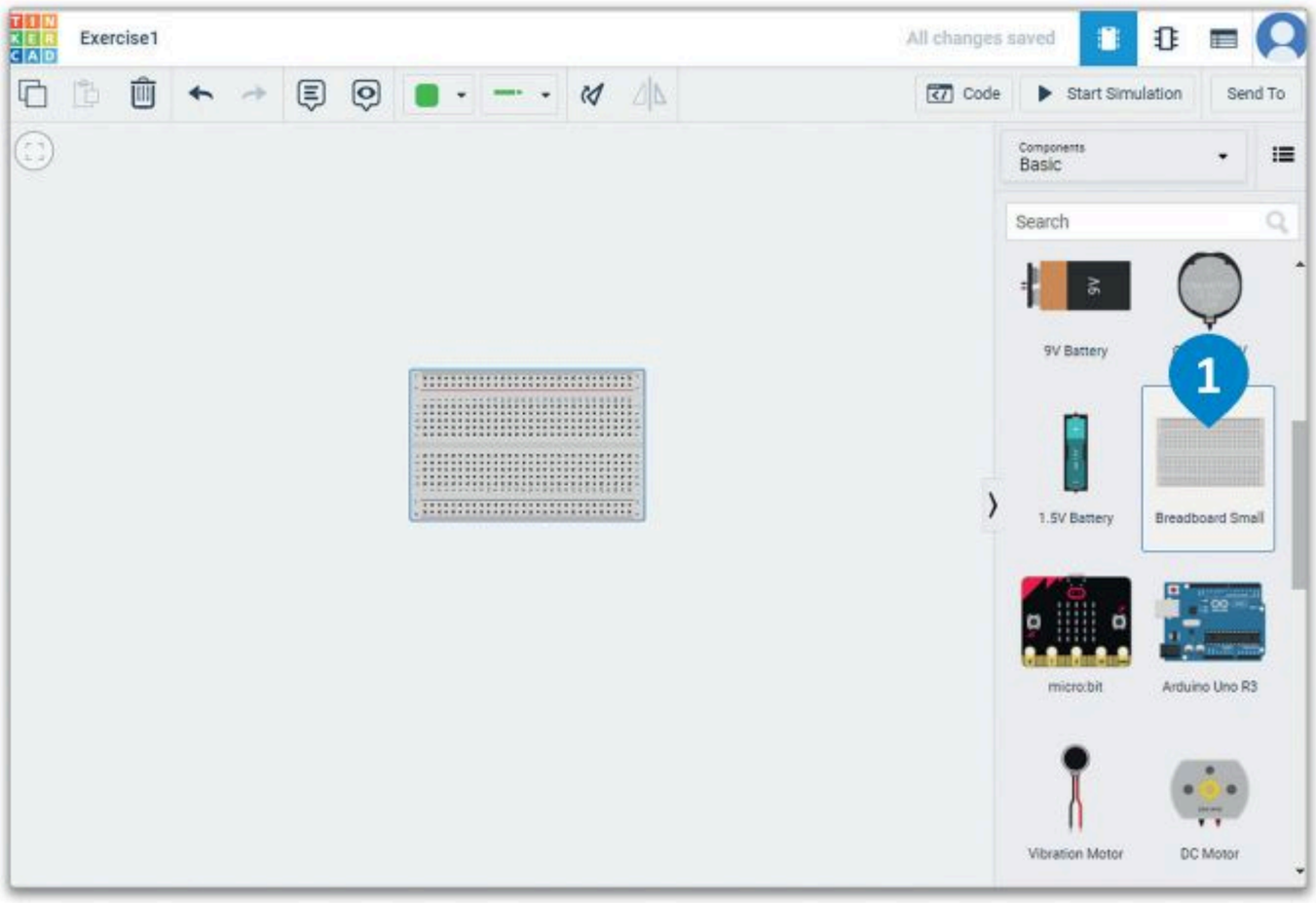
تُستخدم **لوحة توصيل الدوائر** (Breadboard) لتوصيل المُكونات، وهي قطعة من البلاستيك تحتوي على ثقوب عديدة، وتُثبّت المُكونات المختلفة في مكانها من خلال هذه الثقوب.

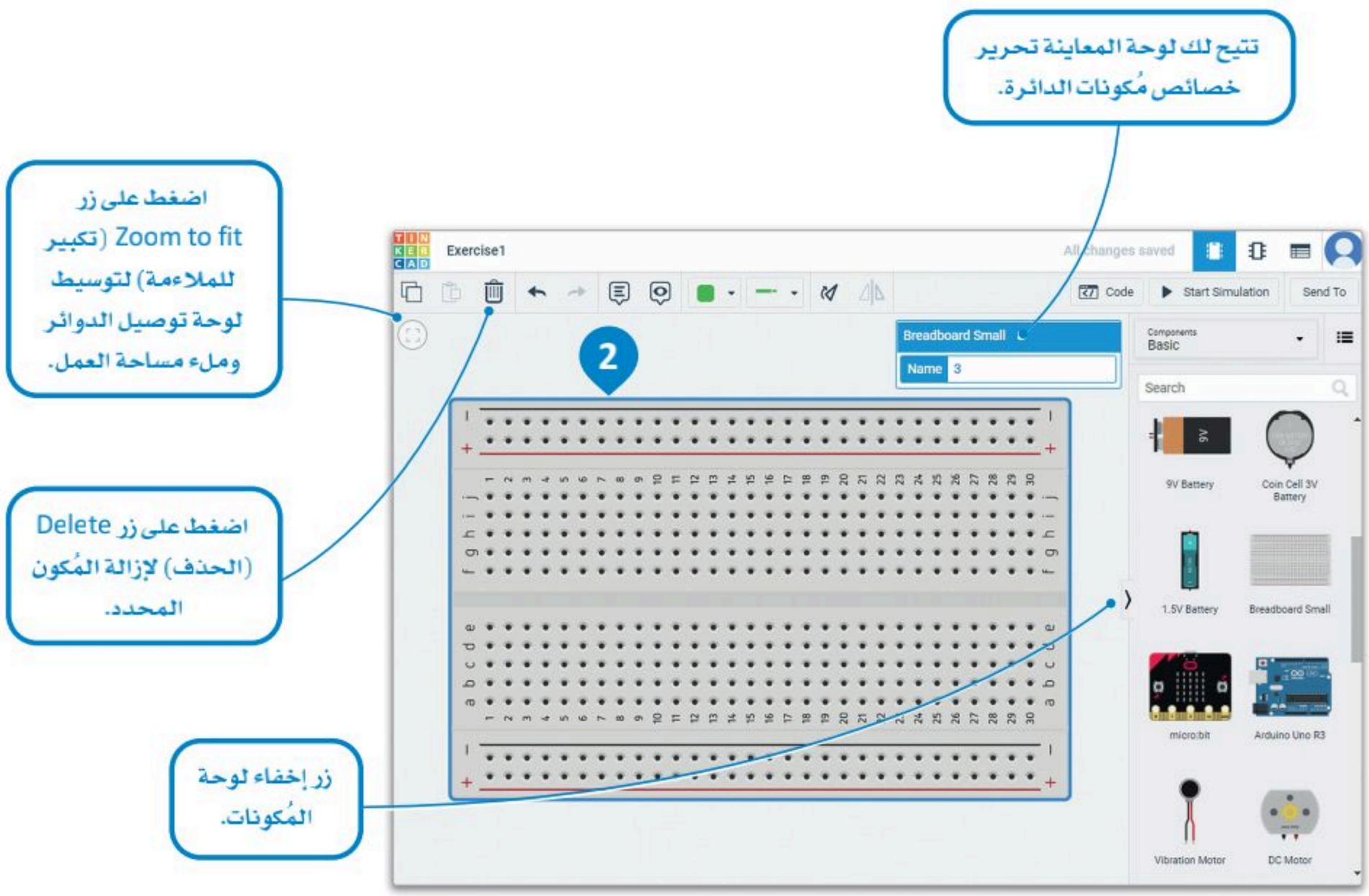
لإضافة مُكون في تصميم الدائرة:

> اضغط على المُكون الأساسي الذي تريد إضافته إلى التصميم، على سبيل المثال: Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 1

> سيرتبط المُكون مؤقتًا بمؤشر الفأرة.

> اضغط على أي مكان في مساحة العمل لإضافة المُكون. 2

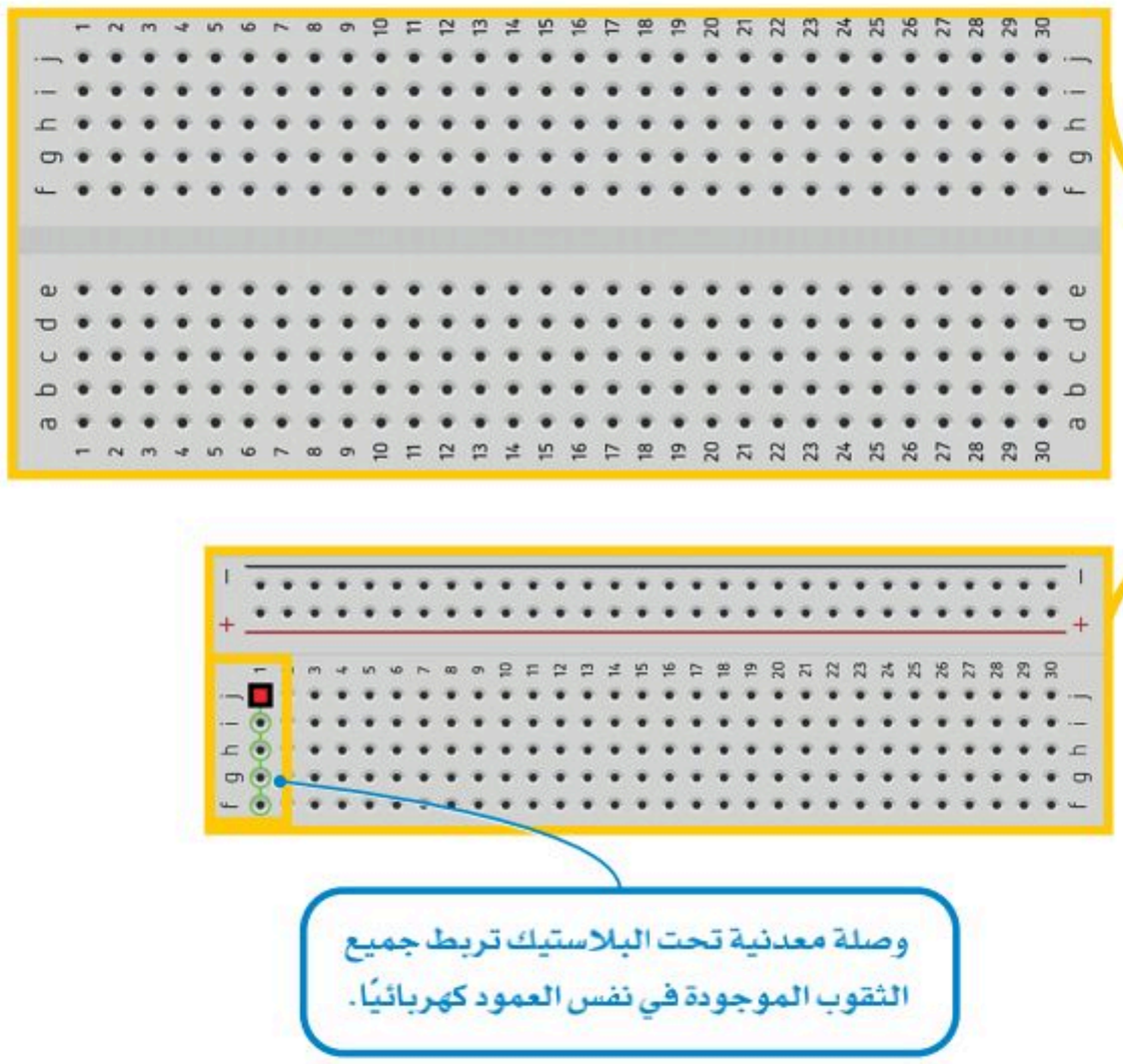


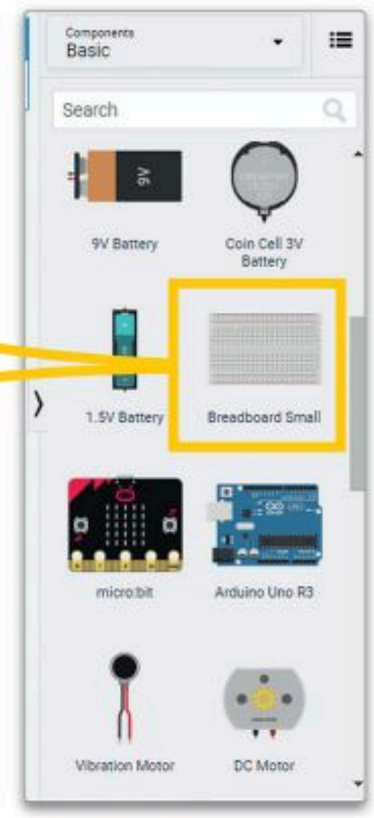


شكل 4.7: إضافة مُكون في تصميم الدائرة

لوحة توصيل الدوائر The Breadboard

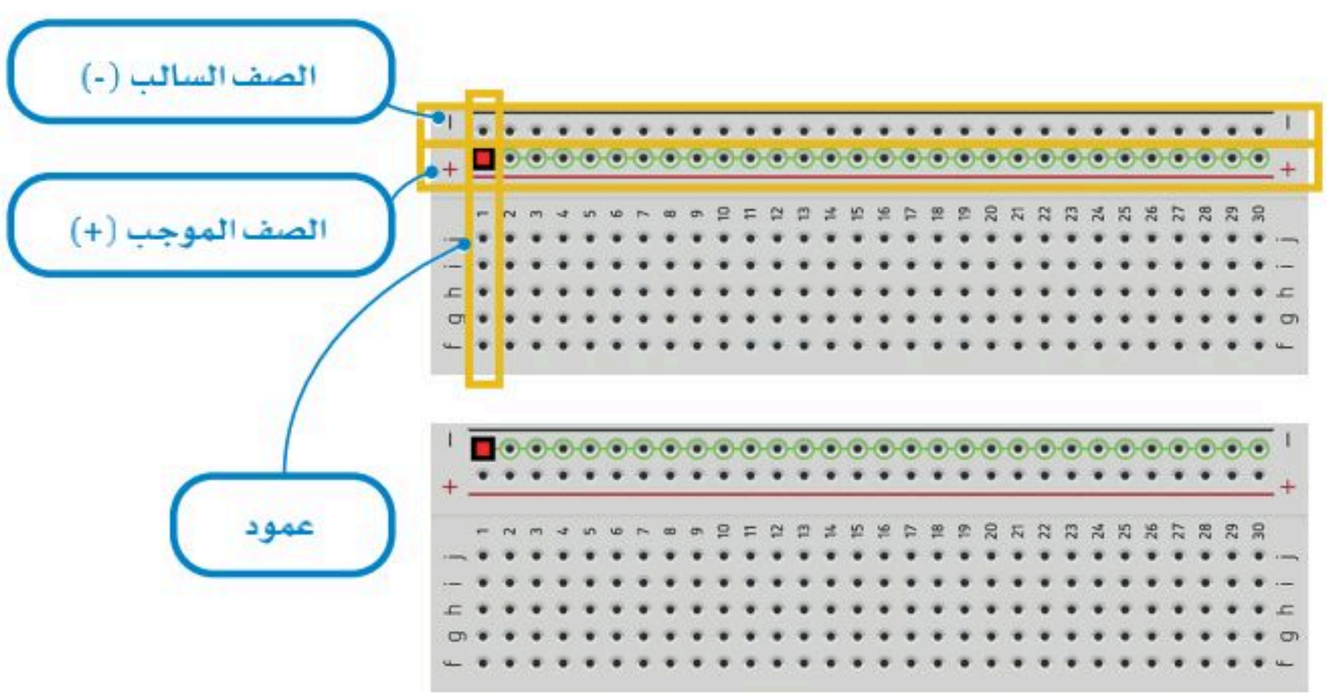
توجد في المنطقة الرئيسة للوحة توصيل الدوائر شبكة مُكونة من 30 × 10 ثقب. تُرقّم أعمدة الشبكة وصفوفها، بحيث ترقم الأعمدة بدءًا من 1 إلى 30، وترقم الصفوف بالحروف الأبجدية الإنجليزية من a إلى j، وتفصل قطعة من البلاستيك خالية من الثقوب بين الصفوف من a إلى e والصفوف من f إلى j.

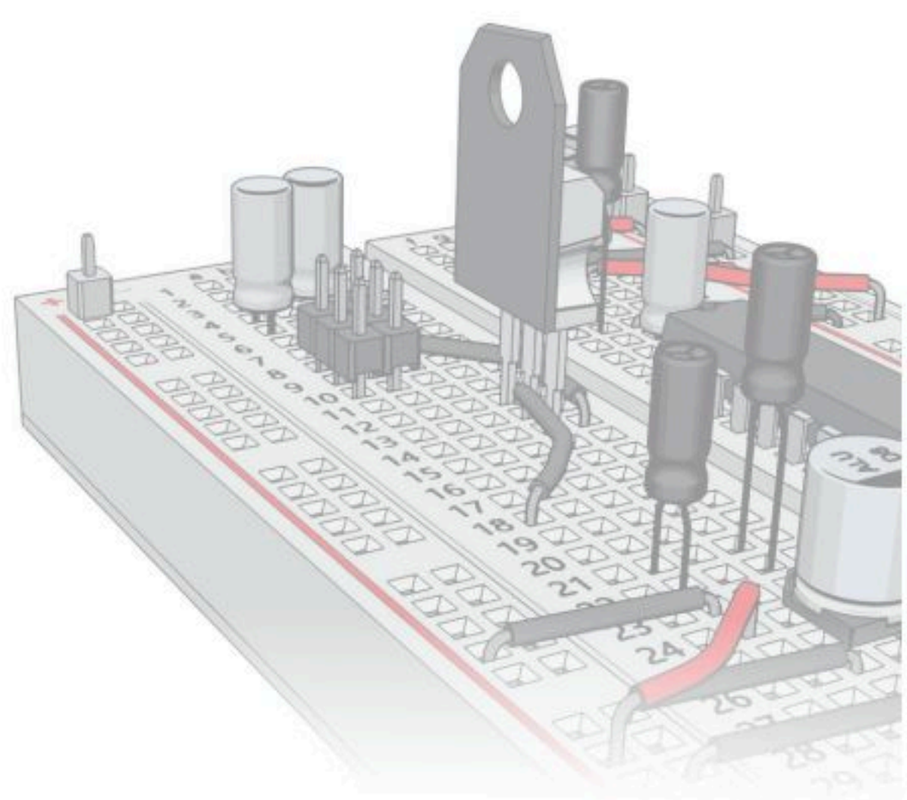




شكل 4.8: اختيار لوحة توصيل الدوائر

تحتوي حواف لوحة توصيل الدوائر على صفين بنفس عدد الأعمدة. توجد رموز سالبة وموجبة لهذه الصفوف، وتمثل هذه الرموز التوصيلات من البطارية (مصدر الطاقة الرئيس). لكي تحصل المُكونات على التيار الكهربائي، يتم إدخالها في منتصف الصفوف داخل لوحة توصيل الدوائر.





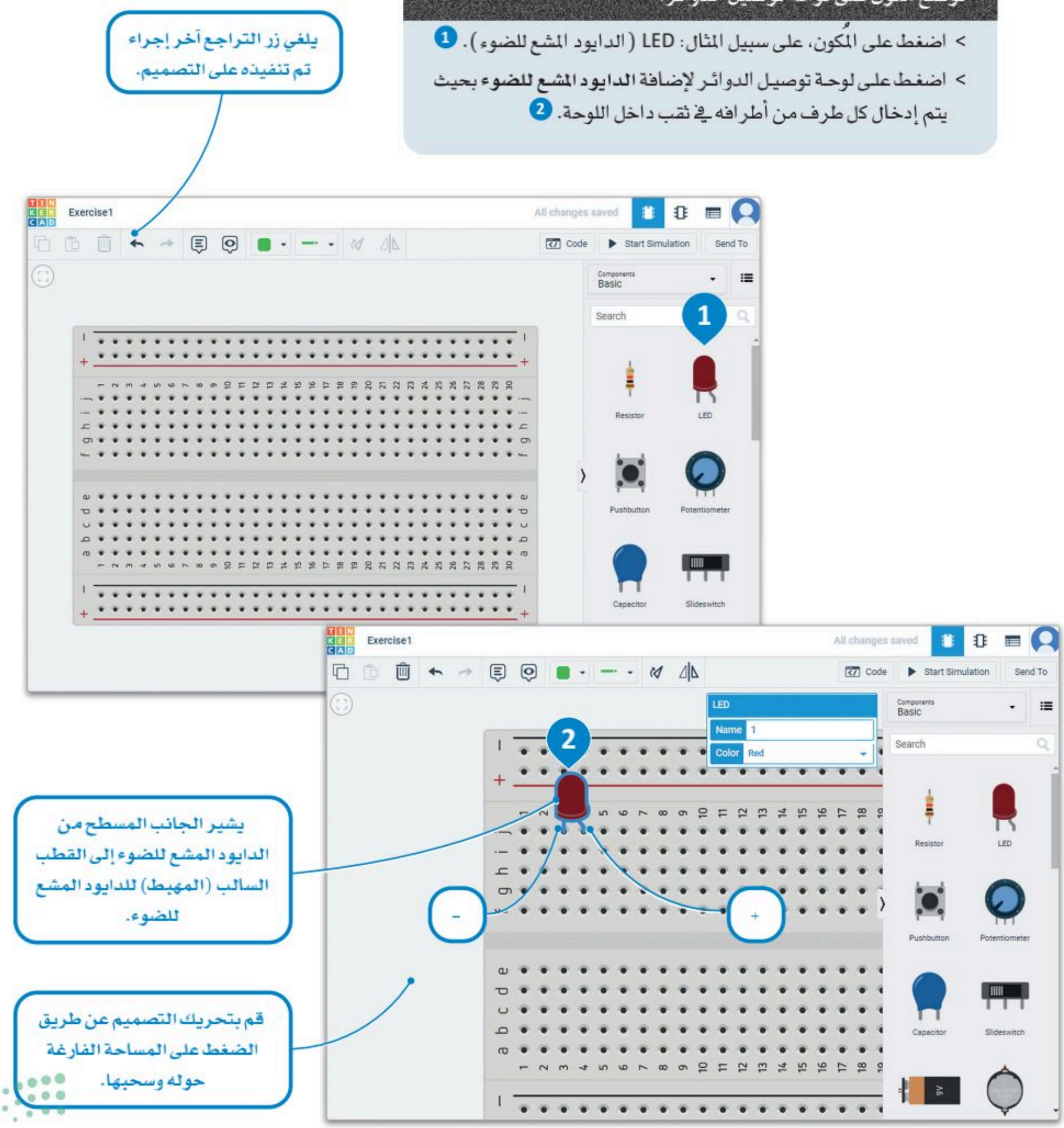
تصميم دائرة مغلقة بدايود مشع للضوء Closed Circuit with an LED

ستقوم بتصميم دائرة مغلقة بسيطة باستخدام **دايود مشع للضوء** (LED). يمر التيار في الدايود المشع للضوء باتجاه واحد، وذلك بعكس المصباح العادي الذي يضيء بغضّ النظر عن اتجاه التيار. يوجد للدايود المشع للضوء طرفان أحدهما للمهبط (سالب)، والآخر للمصعد (موجب). يمكنك ملاحظة أن القطب الموجب للدايود المشع للضوء عادة أطول من القطب السالب. يشير انحناء طرف الدايود المشع للضوء في برنامج دوائر تينكركاد إلى القطب الموجب الذي يجب توصيله بالطرف الموجب للبطارية.

لوضع مُكون على لوحة توصيل الدوائر:

> اضغط على المُكون، على سبيل المثال: LED (الدايود المشع للضوء). 1

> اضغط على لوحة توصيل الدوائر لإضافة **الدايود المشع للضوء** بحيث يتم إدخال كل طرف من أطرافه في ثقب داخل اللوحة. 2

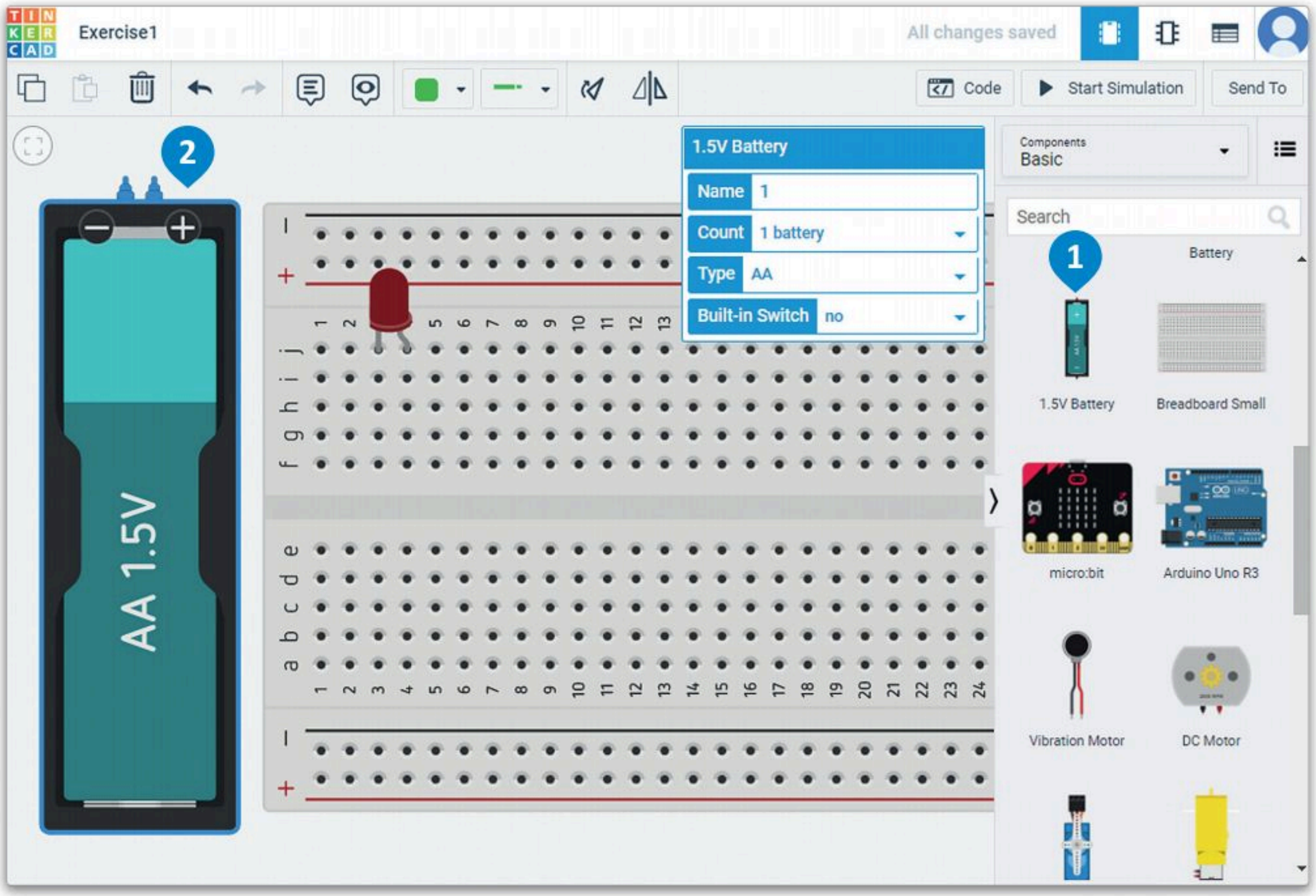


شكل 4.9: وضع مُكون على لوحة توصيل الدوائر

لإضافة مصدر طاقة في الدائرة:

> في لوحة Components (المُكونات)، اضغط على مصدر الطاقة، على سبيل المثال: 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت). 1

> ضع البطارية بمحاذاة الجانب الأيسر من لوحة توصيل الدوائر. 2



شكل 4.10: إضافة مصدر طاقة في الدائرة

لمحة سريعة

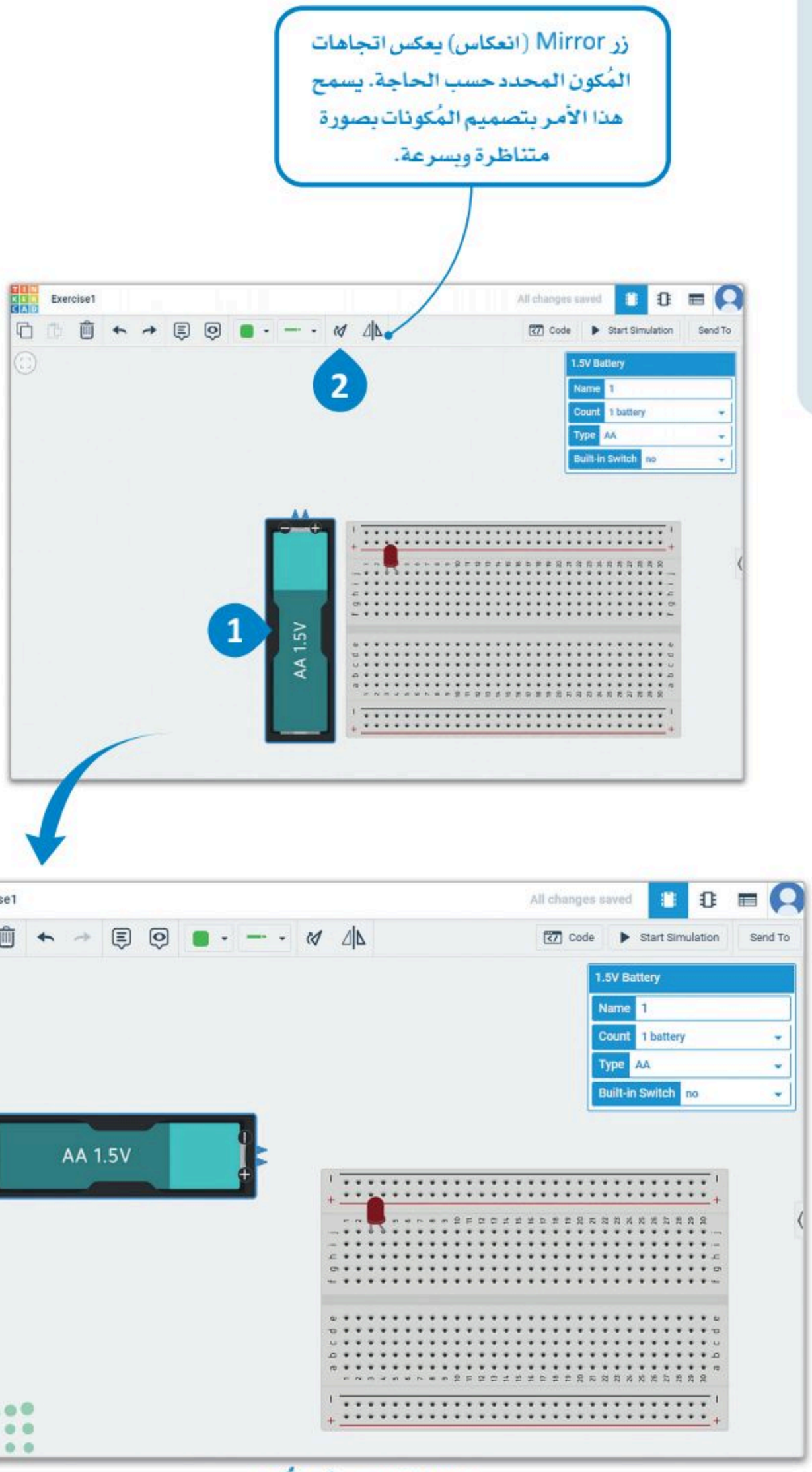
يمكنك تكبير التصميم أو تصغيره باستخدام عجلة الفأرة، أو استخدام مجموعة المفاتيح + Ctrl للتكبير و - + Ctrl للتصغير.

من الأفضل أن يكون قطبا البطارية والموصلات متقابلة في الدوائر الإلكترونية لسهولة التوصيل.

لتدوير أحد المُكونات:

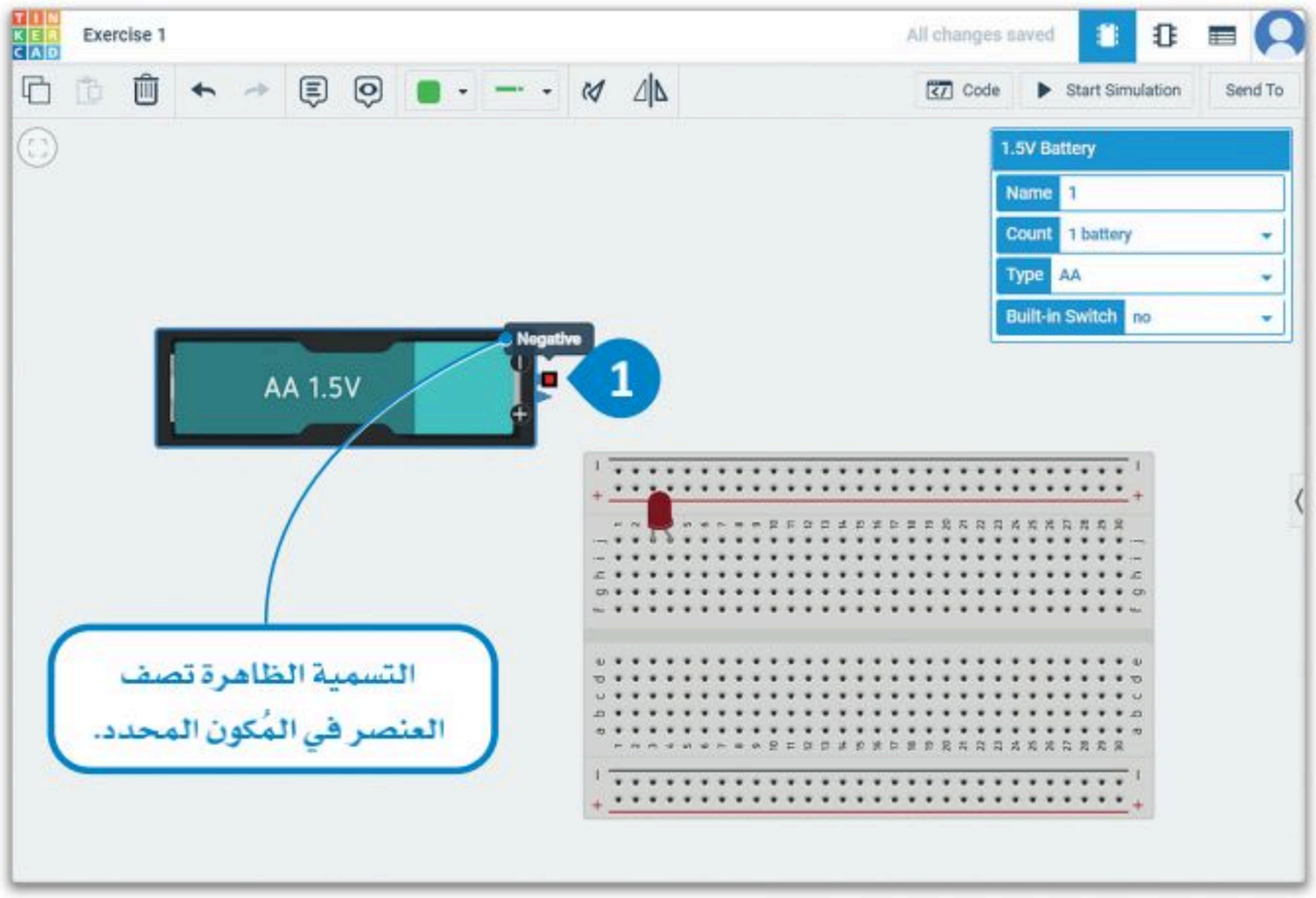
> اضغط على أحد المُكونات لتحديده، على سبيل المثال: 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت). لاحظ ظهور إطار أزرق حول ذلك المُكون. 1

> اضغط على زر Rotate (التدوير) من شريط الأدوات الرئيس ثلاث مرات لتدوير المُكون بشكل جزئي، وذلك بزوايا صغيرة تبلغ حوالي 30 درجة في كل مرة. ستُدوّر البطارية 90 درجة باتجاه عقارب الساعة بحيث تواجه الأقطاب لوحة توصيل الدوائر. 2



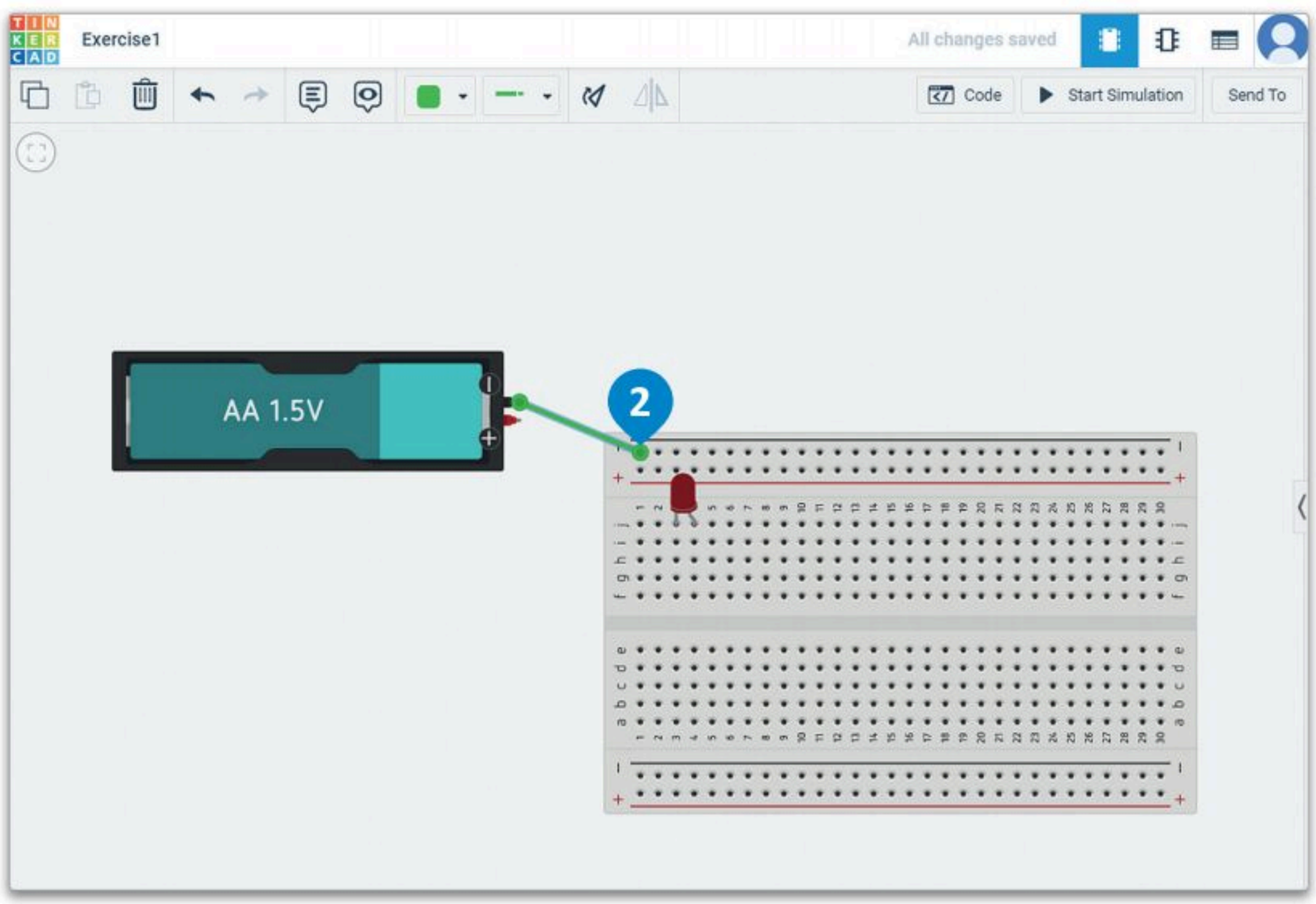
شكل 4.11: تدوير أحد المُكونات

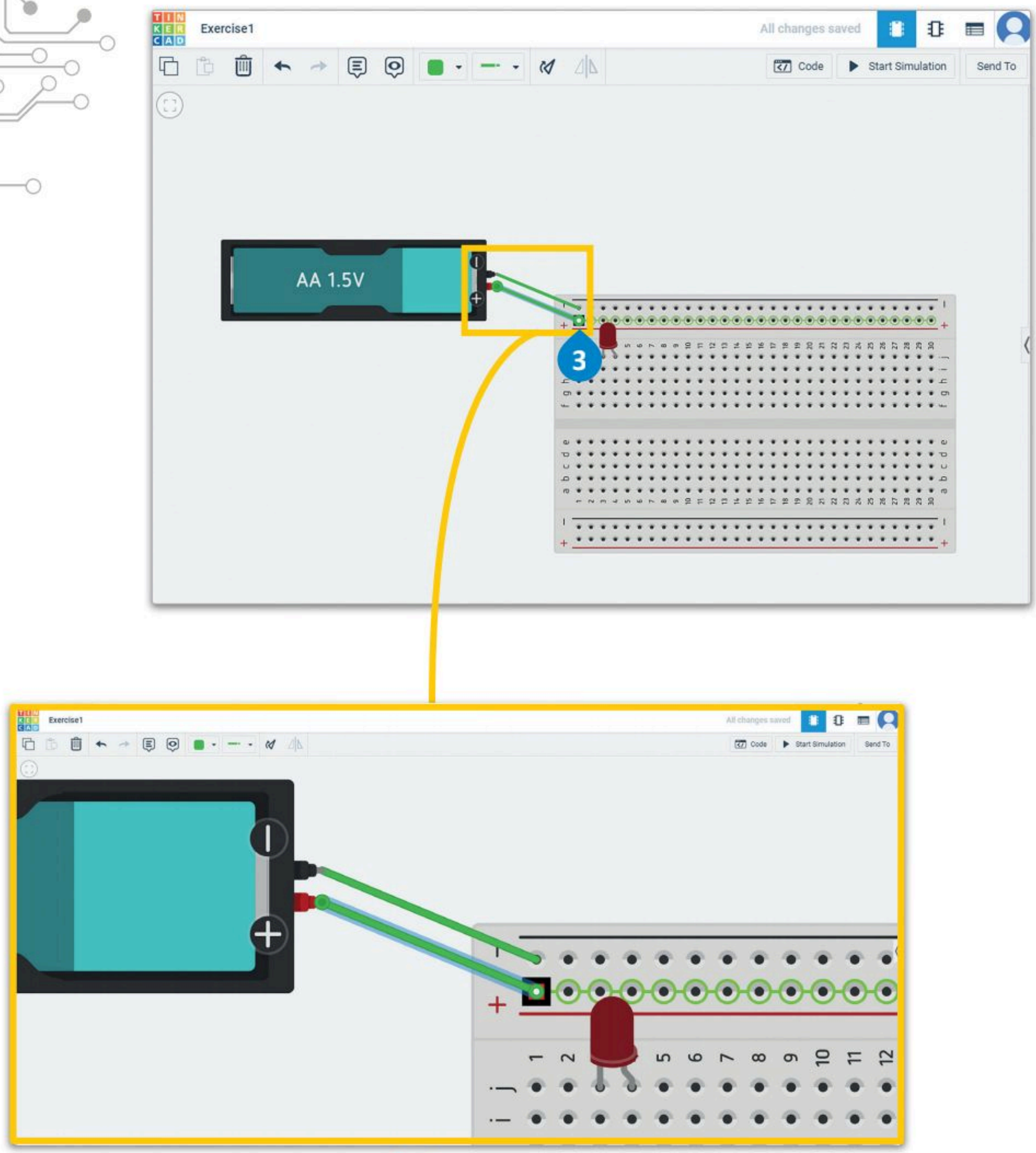
تُعدّ البطارية المصدر للدايود المشع للضوء الموجود بالدائرة. تُستخدم أسلاك التوصيل لربط المُكونات التي ليست بالصف نفسه. تُغطى هذه الأسلاك بالبلاستيك بنهايات مكشوفة تُستخدم لتوصيل المُكونات، ولهذا يُطلق عليها اسم **أسلاك التوصيل** (Jumper Wires).



لتوصيل أحد المُكونات:

- اضغط على **الطرف السالب** للمُكون، كطرف البطارية السالب مثلا. 1
- اضغط على **الثقب الأول في العمود السالب** للتوصيل. 2
- كرِّر العملية مع **الطرف الموجب** بوضع سلك التوصيل في الثقب الموجب في لوحة توصيل الدوائر. 3





شكل 4.12: توصيل أحد المُكونات

تصبح الدائرة معقدة بشكل سريع عند توصيل عدة أسلاك بنفس الوقت. تُستخدم الأسلاك ذات الألوان المختلفة للتمييز بينها. عادةً تستخدم بعض الألوان لدلالات معينة، فيشير اللون الأحمر في التيار المستمر مثلًا إلى توصيل القطب الموجب، ويشير اللون الأسود إلى القطب السالب، ويُستخدم اللون الأخضر لعمليات التأريض.

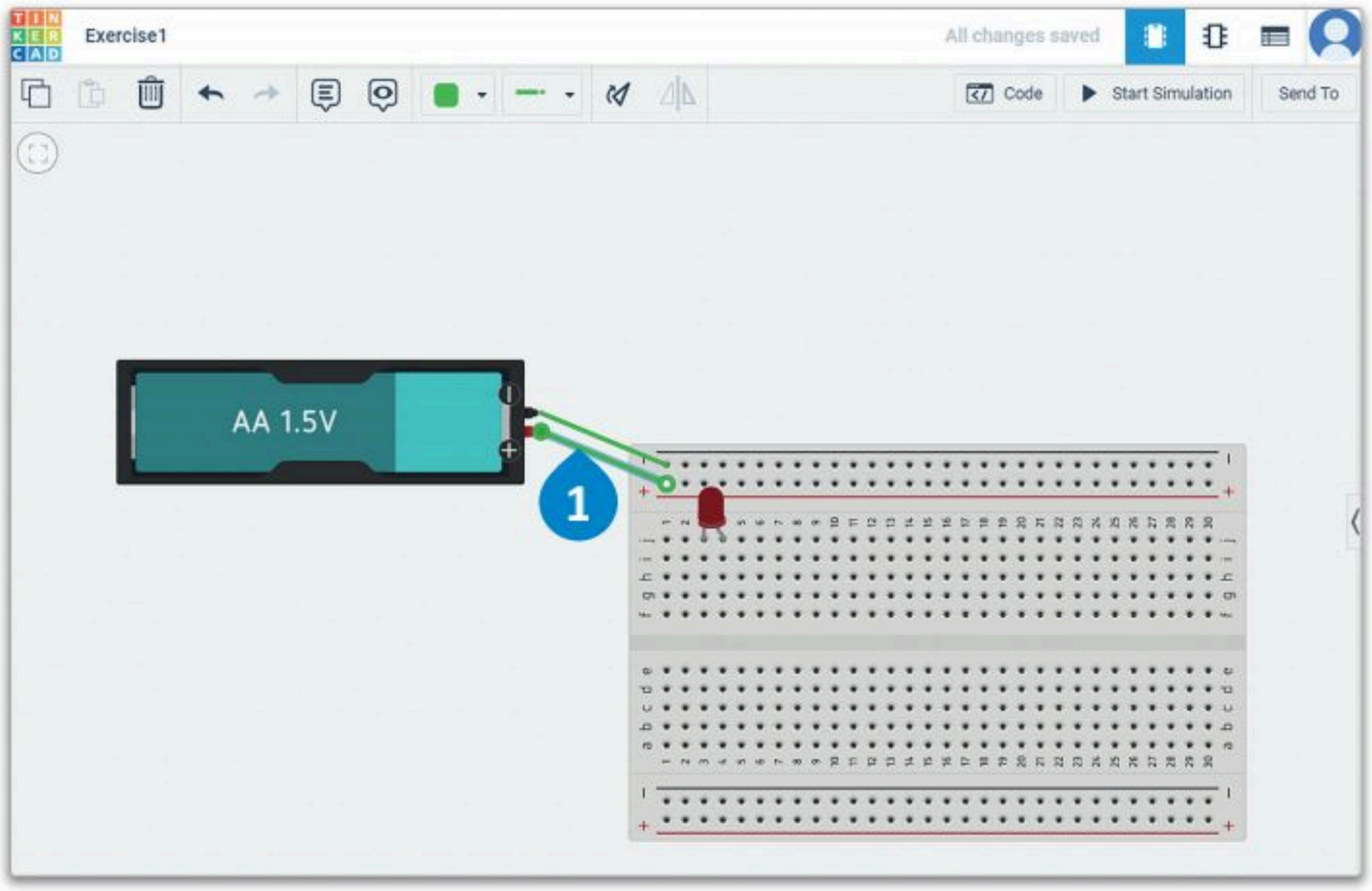
لتعديل خصائص سلك التوصيل:

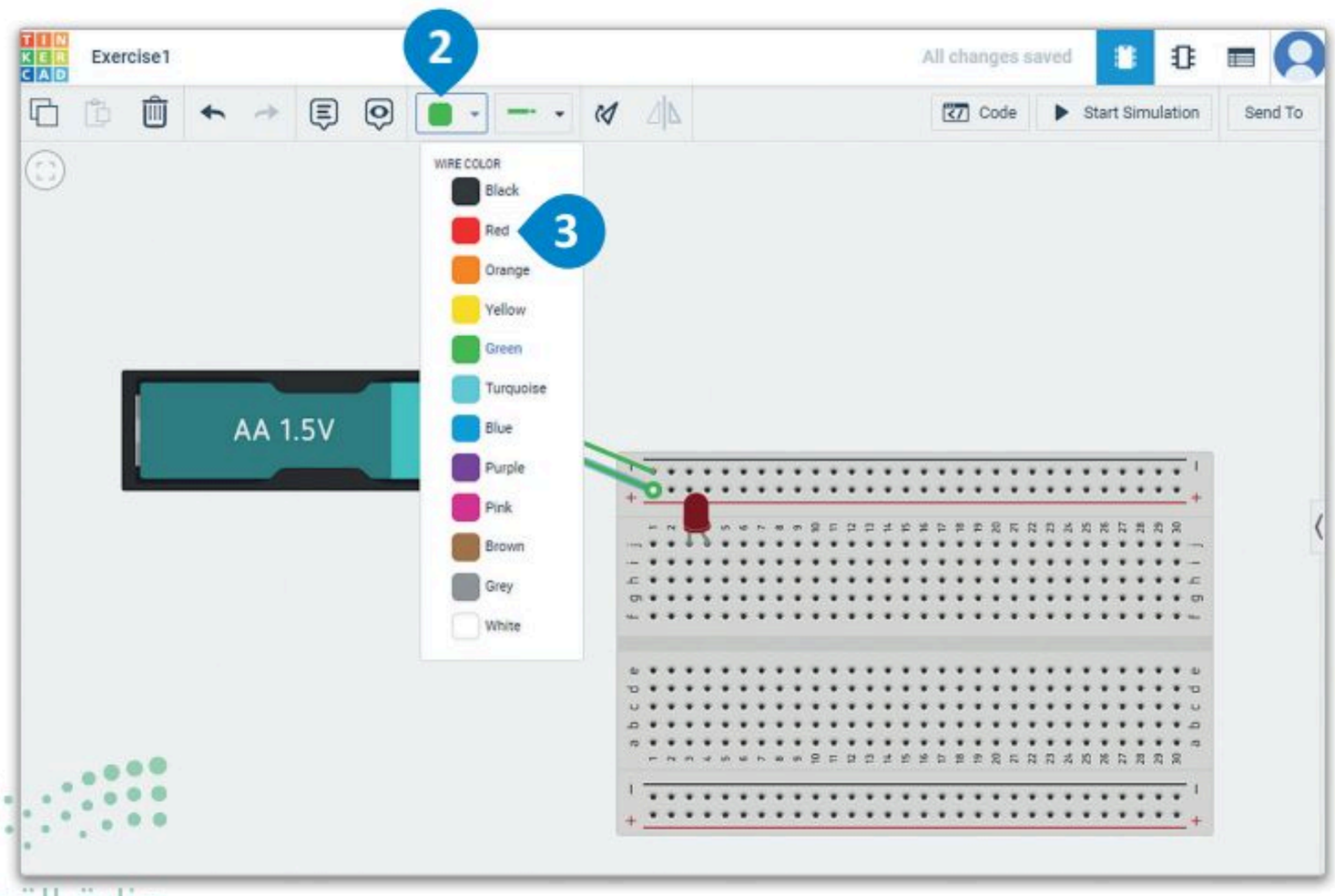
> اضغط على **الطرف الموجب**. 1

> من شريط الأدوات الرئيس، اضغط على Wire color (لون السلك). 2

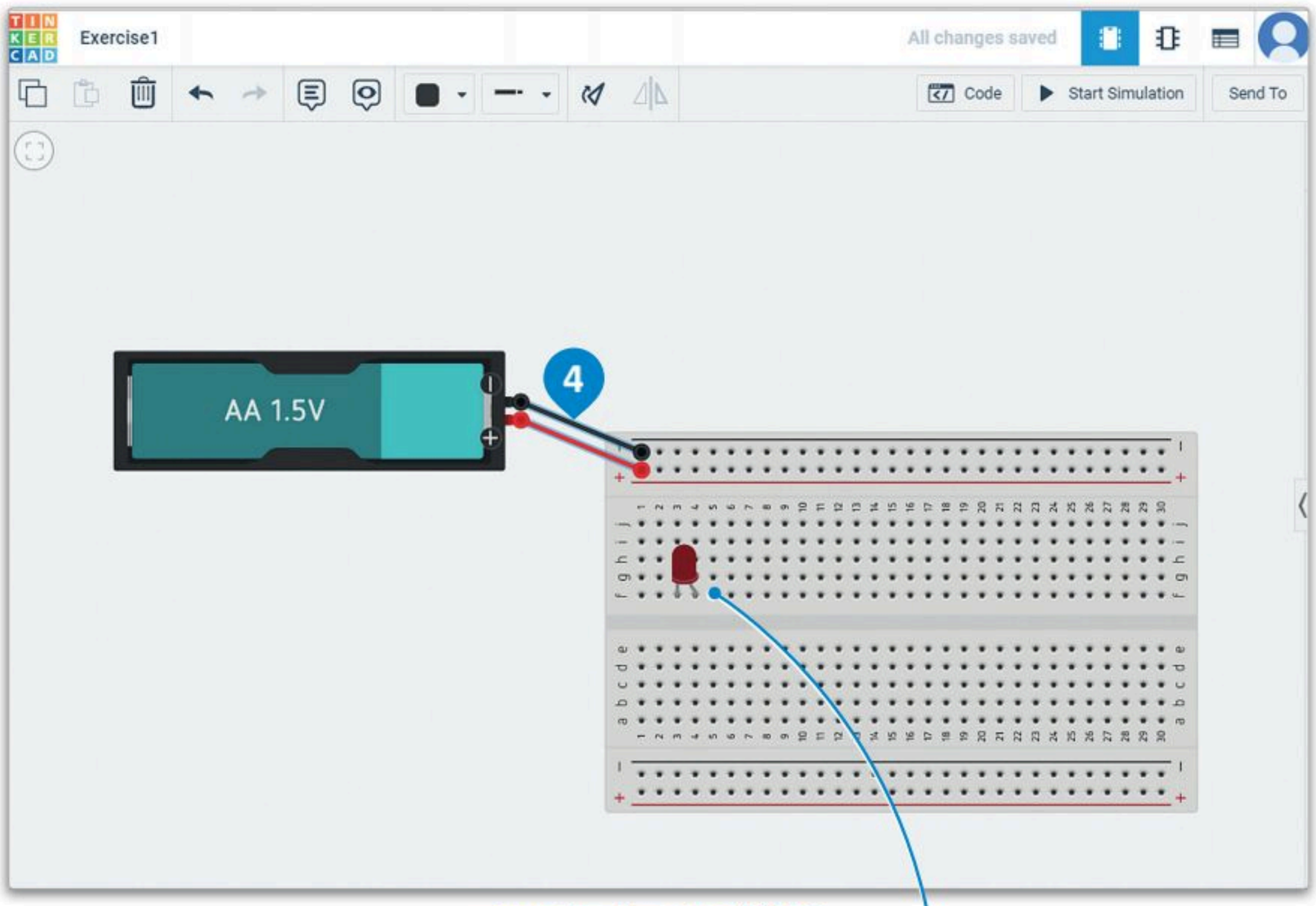
> اضغط على اللون Red (الأحمر). 3

> كرِّر العملية **للطرف السالب** وغيِّر لون **السلك** إلى Black (الأسود). 4





إحدى مزايا استخدام لوحة توصيل الدوائر هي إمكانية نقل المُكونات بسهولة لإجراء توصيلات جديدة، أو إفساح المجال لإضافة مُكونات أخرى.



شكل 4.13: تعديل خصائص سلك توصيل

في هذه الحالة على سبيل المثال، استخدم طريقة السحب والإفلات لنقل الدايود المشع للضوء إلى العمود f.

لمحة سريعة

عند تحديد سلك توصيل، يمكنك تغيير لونه عن طريق كتابة أي رقم من لوحة المفاتيح، فكتابة الرقم 0 تغير لون السلك إلى اللون الأسود.

ما زالت الدائرة المصممة غير مكتملة، ولإكمال الدائرة، يلزم وجود سلكين للتوصيل، أحدهما للطرف الموجب والآخر للطرف السالب. يجب توصيل الطرف الموجب بمصعد الدايود المشع للضوء.

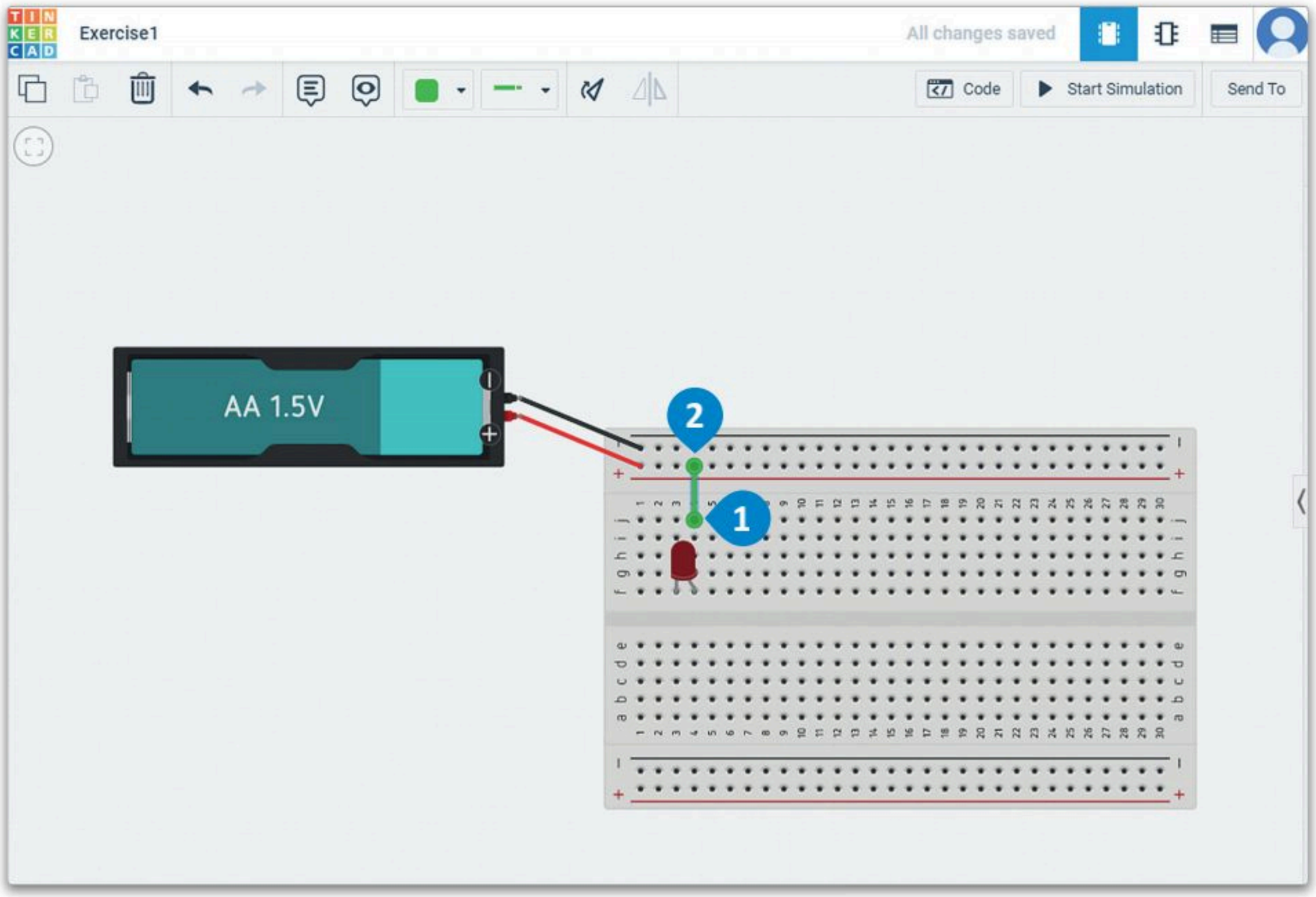
لإكمال الدائرة:

> اضغط على **الصف رقم 4 والعمود j** لبدء سلك التوصيل. 1

> وصِّل الطرف الآخر من السلك **بالعمود الطرفي الموجب**. 2

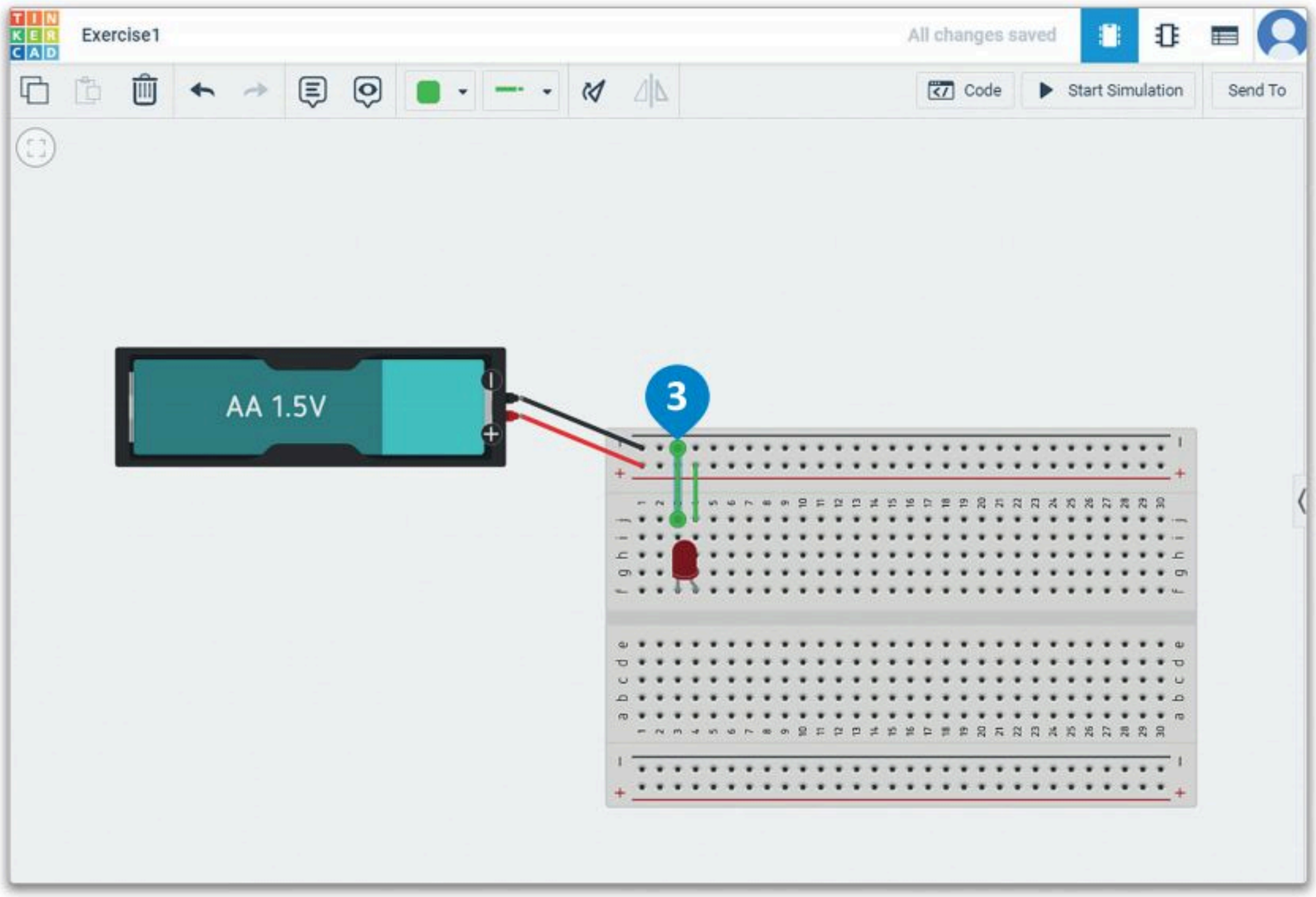
> وصِّل سلك آخر من **الصف رقم 3 والعمود j بالعمود الطرفي السالب**. 3

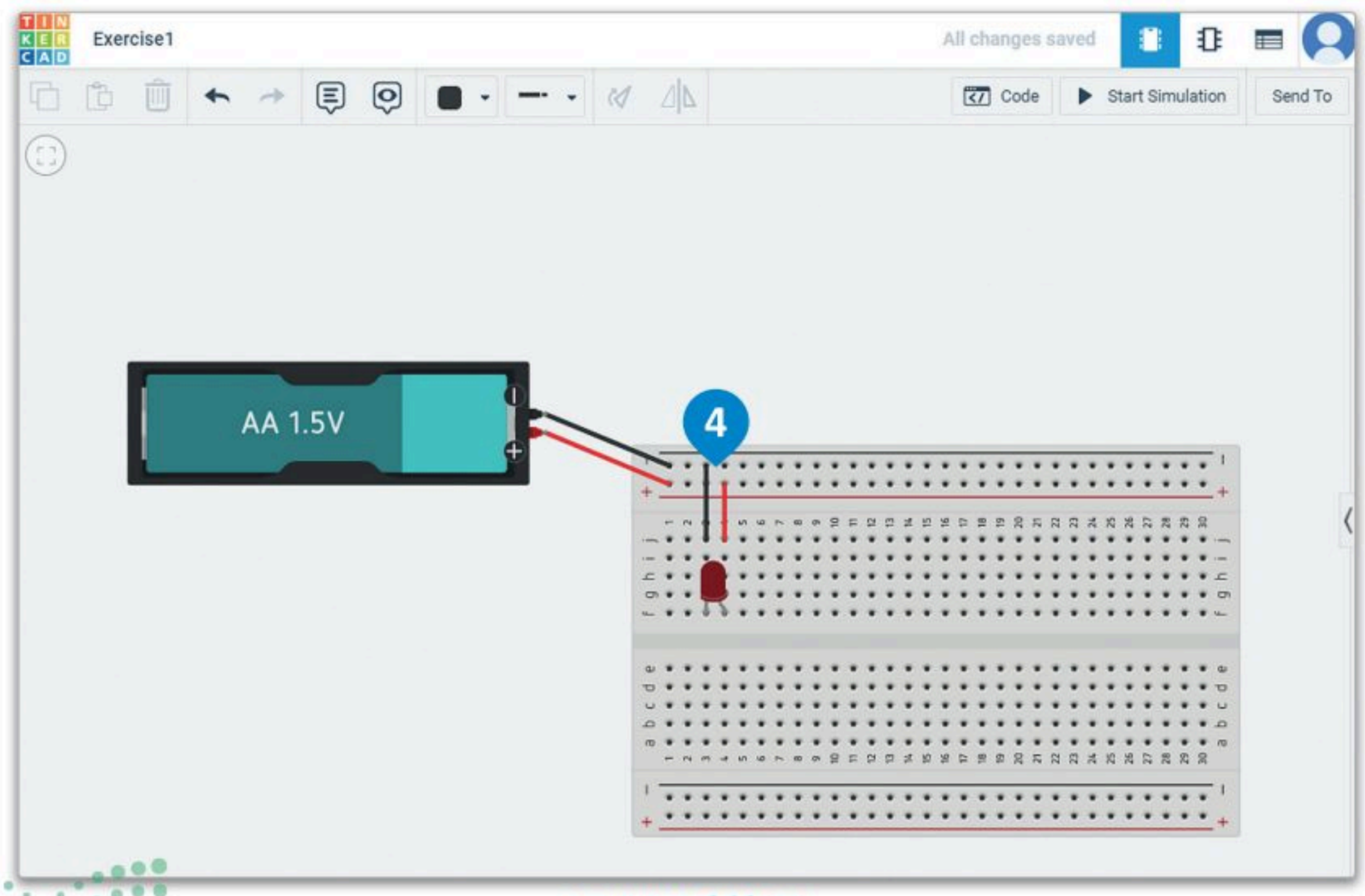
> غيِّر لون الأسلاك لتتناسب مع الأقطاب المحددة. 4



لمحة سريعة

يمكن تغيير نوع السلك المحدد إلى نوع تقليدي أو **سلك ذي مشابك طرفية** (Alligator) أو **سلك توصيل خطافي** (Hookup) باستخدام أداة **نوع السلك** (Wire Type) الموجودة في شريط الأدوات الرئيس.





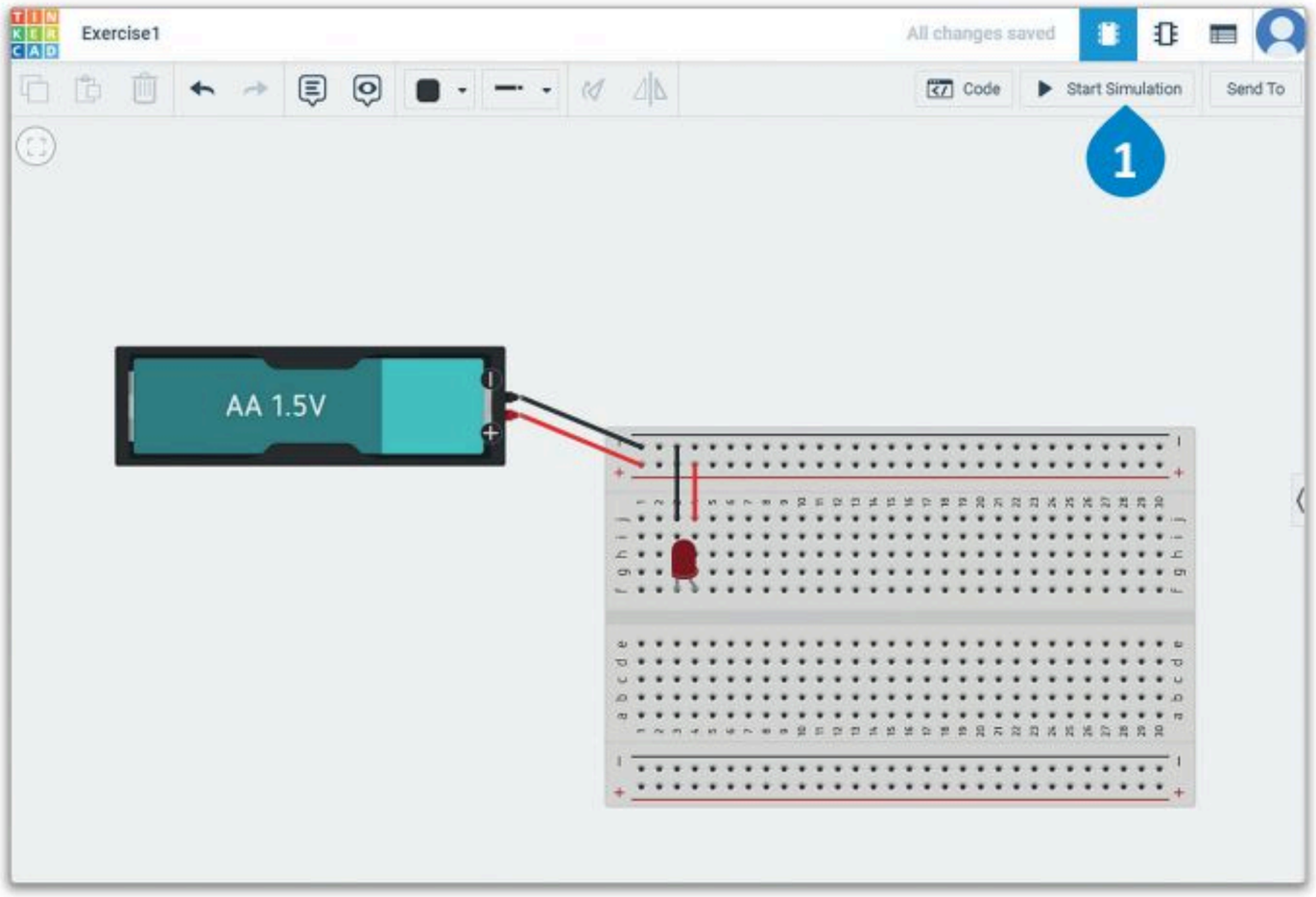
شكل 4.14: إكمال الدائرة

دون البدء في عملية المحاكاة (ضغط زر المحاكاة)، لن تعمل الدائرة الكهربائية بالشكل المطلوب. المحاكاة في تطبيق دوائر تينكركاد تسهل عملية التعلُّم، ويمتاز التطبيق بكونه تطبيقًا مجانيًا، ويمكن استخدامه على أي حاسب متصل بالإنترنت.

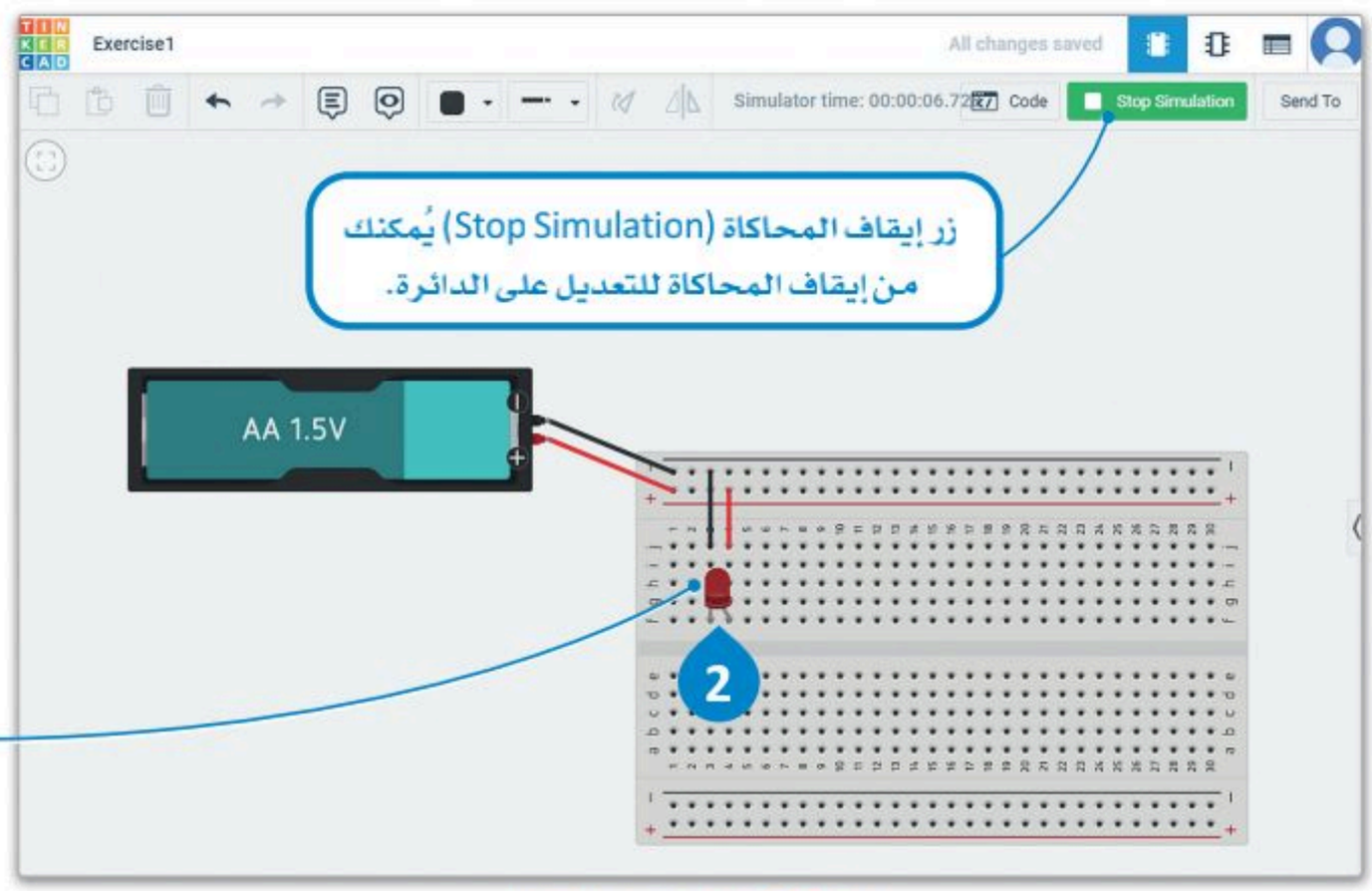
لتشغيل عرض المحاكاة:

> في طريقة عرض الدائرة، اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). 1

> سيتغير لون الدايود المشع للضوء الموجود في لوحة توصيل الدوائر إلى لون أفتح لمحاكاة حالة **تشغيل الدايود**. 2



هناك حد أقصى لفرق الجهد الذي يمكن للدايودات المشعة للضوء تحمله. إذا تجاوز فرق الجهد هذا الحد، سَيَتْلَفُ الدايود المشع للضوء ويتوقف عن العمل. يتيح المحاكي تجربة الدائرة دون إتلاف المُكونات المادية كالدايود المشع للضوء في تطبيق حقيقي.



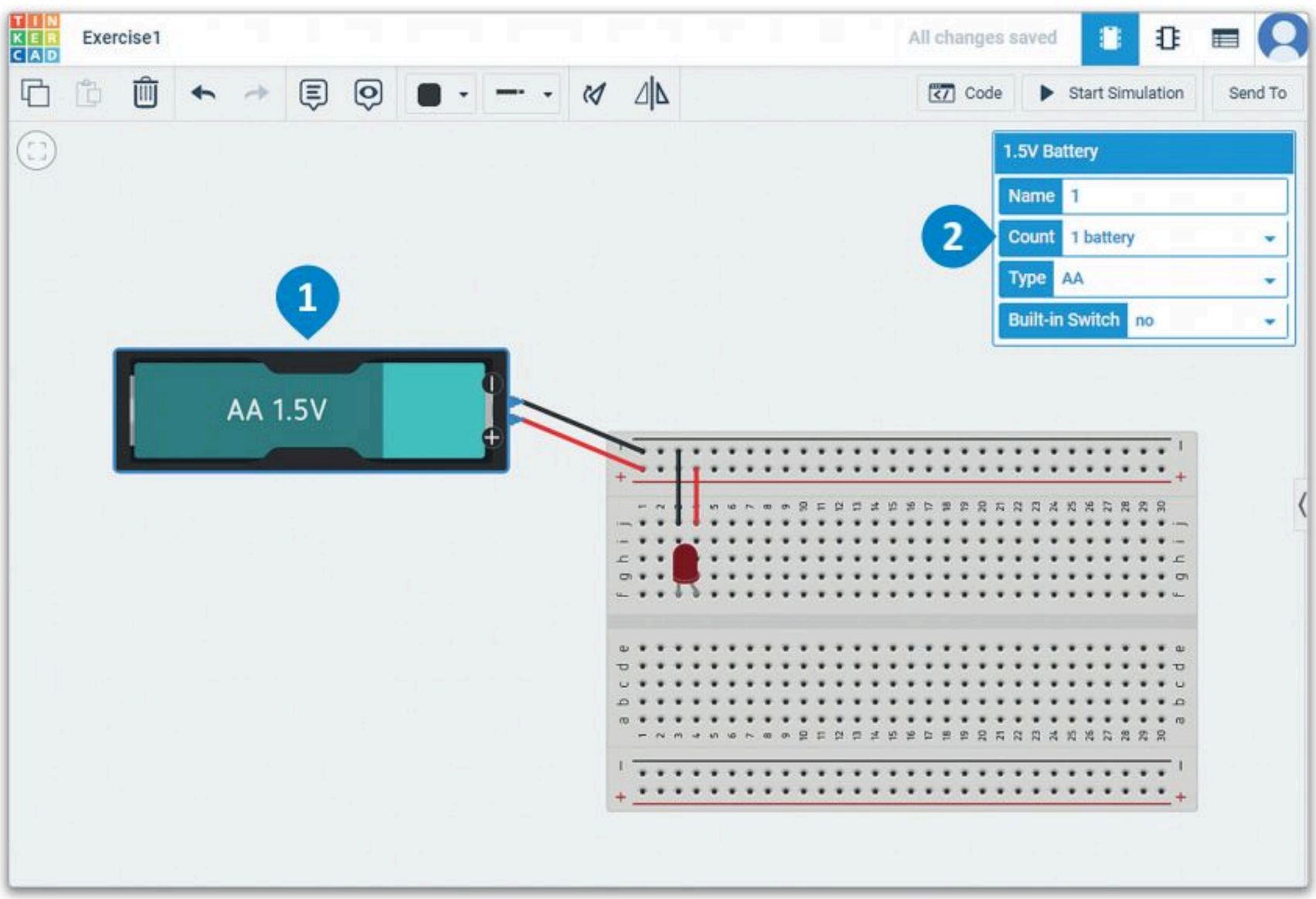
لا يبدو الدايود المشع للضوء مُضيئًا هنا. لا يتعلق هذا الأمر بالبرنامج، ولكن بِكون قيمة الجهد الذي توفره البطارية للدايود المشع للضوء غير كافية.

شكل 4.15: تشغيل عرض المحاكاة

يمكنك تطوير الدائرة من خلال عرض المحاكاة. في هذه الحالة ستُعدِّل في مصدر الطاقة لاختبار الدائرة.

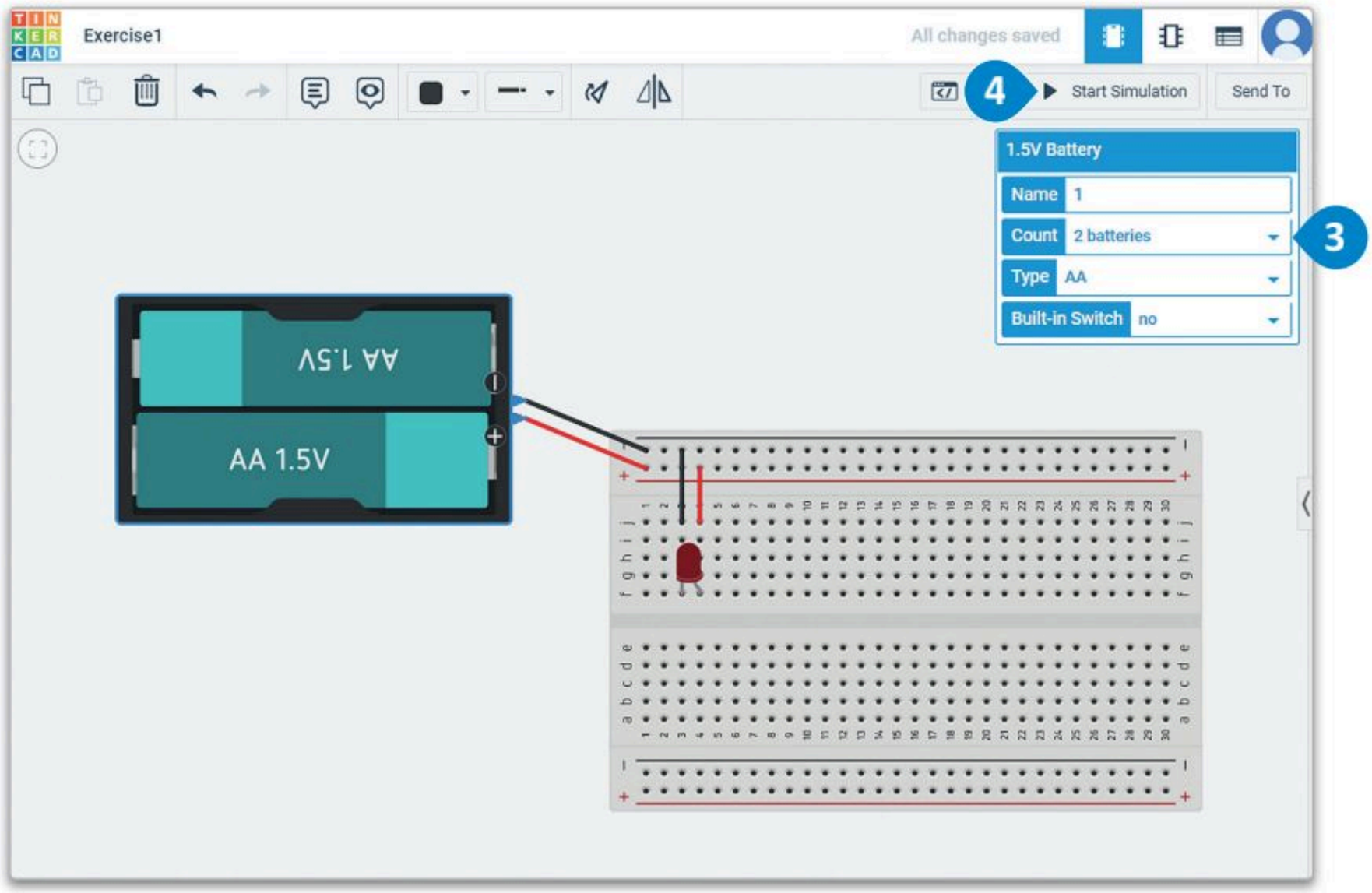
لتعديل واختبار الدائرة:

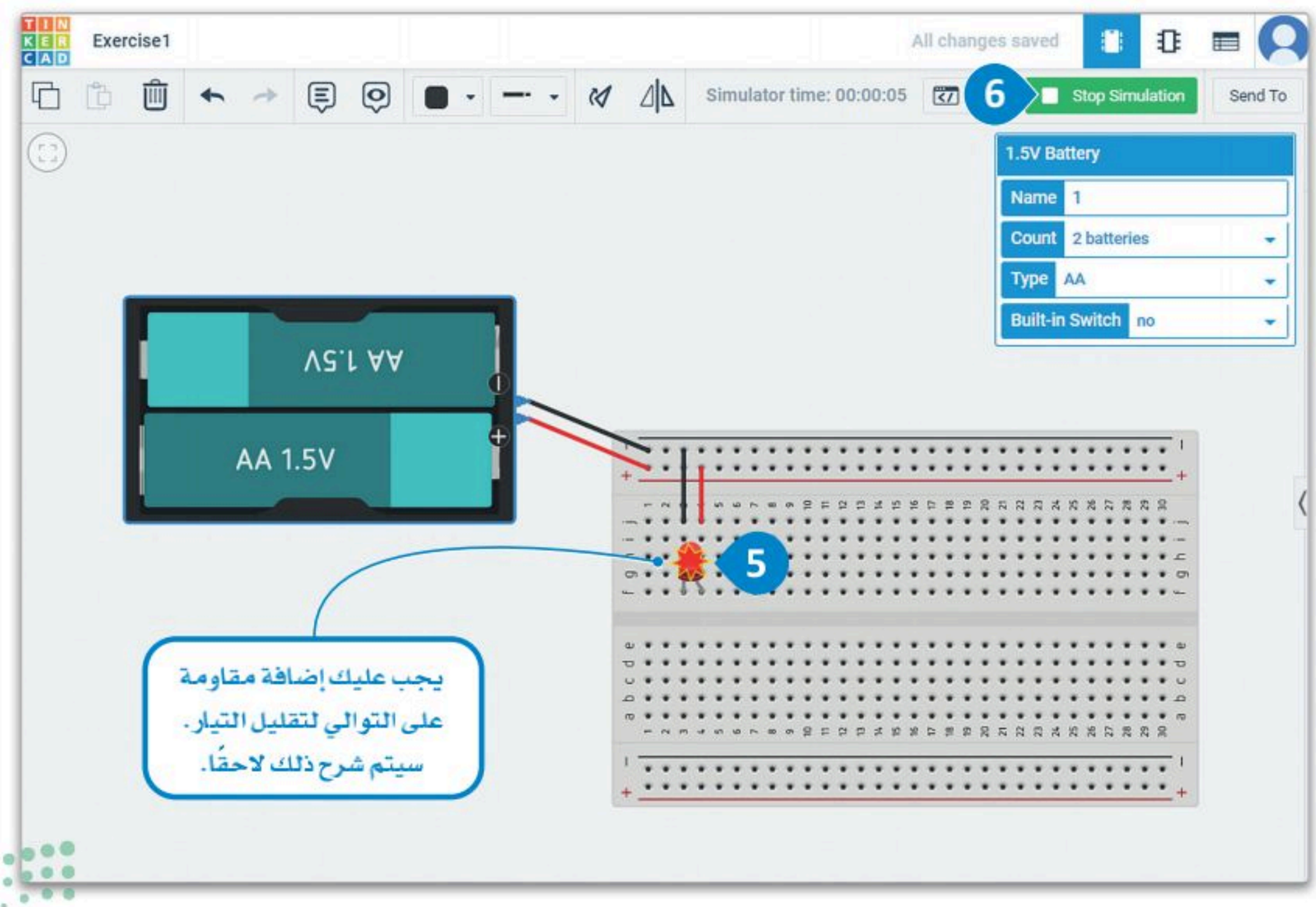
> اضغط على battery (البطارية) مرة واحدة لتحديدها. 1
> انتقل إلى لوحة المعاينة واضغط على Count (العد). 2
> اضغط على 2 batteries (بطاريتين). 3
> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). 4
> تشير **النجمة** الموجودة فوق الدايود المشع للضوء إلى أن الدايود قد تلف. 5
> اضغط على Stop Simulation (إيقاف المحاكاة)، 6 وغيِّر عدد البطاريات إلى 1 battery (بطارية واحدة). 7
> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة) مرة أخرى، 8 وتحقق من أن الدائرة تعمل بشكل طبيعي.

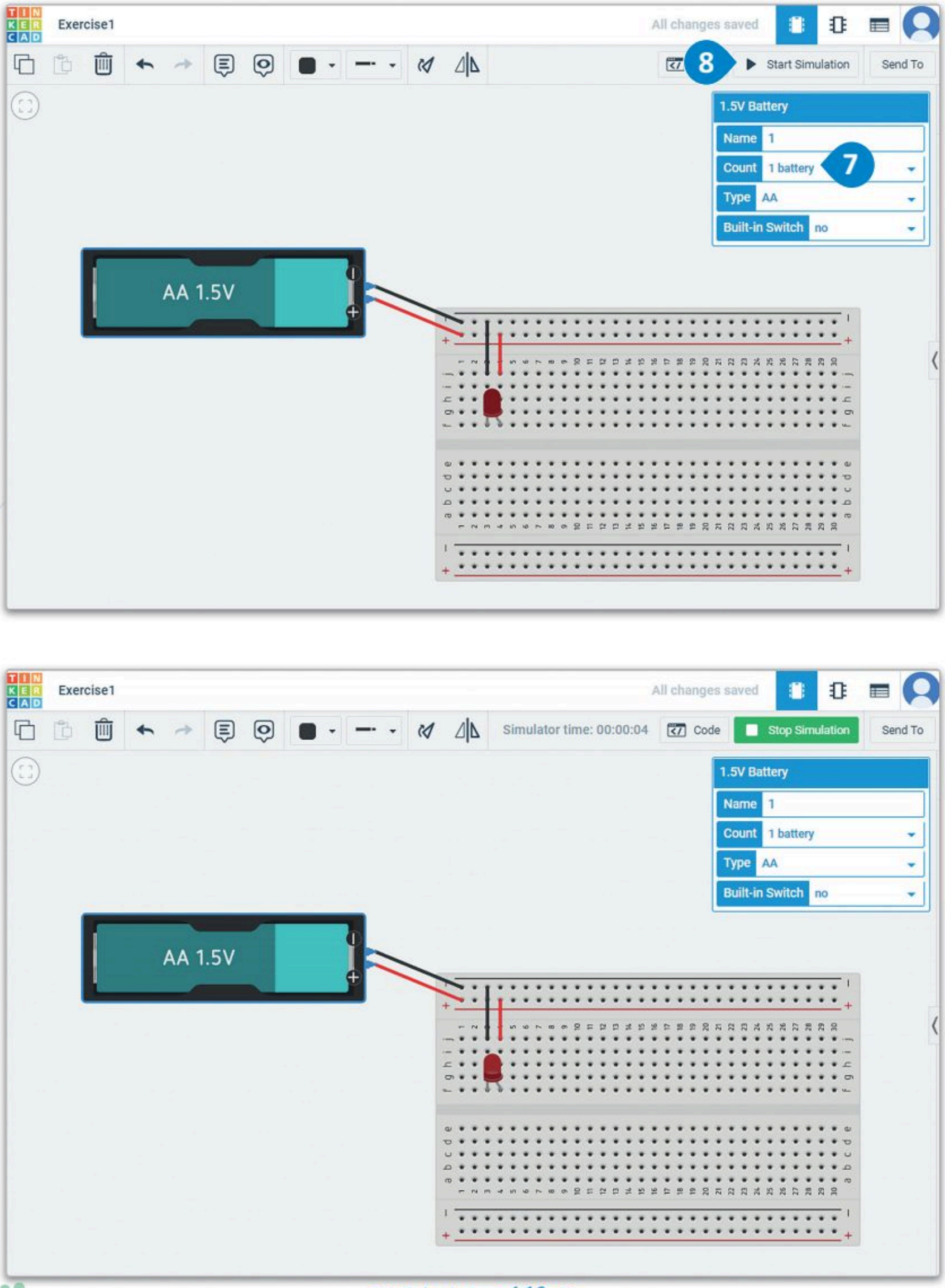


لمحة سريعة

يمكنك تنشيط أمر بدء المحاكاة وأمر إيقاف المحاكاة باستخدام المفتاح S من لوحة المفاتيح.


Exercise1
All changes saved
4
Start Simulation
Send To
1.5V Battery
Name 1
Count 2 batteries
3
Type AA
Built-in Switch no
AA 1.5V
AA 1.5V


Exercise1
All changes saved
Simulator time: 00:00:05
6
Stop Simulation
Send To
1.5V Battery
Name 1
Count 2 batteries
Type AA
Built-in Switch no
AA 1.5V
AA 1.5V
5
يجب عليك إضافة مقاومة
على التوالي لتقليل التيار.
سيتم شرح ذلك لاحقًا.



شكل 4.16: تعديل واختبار الدائرة

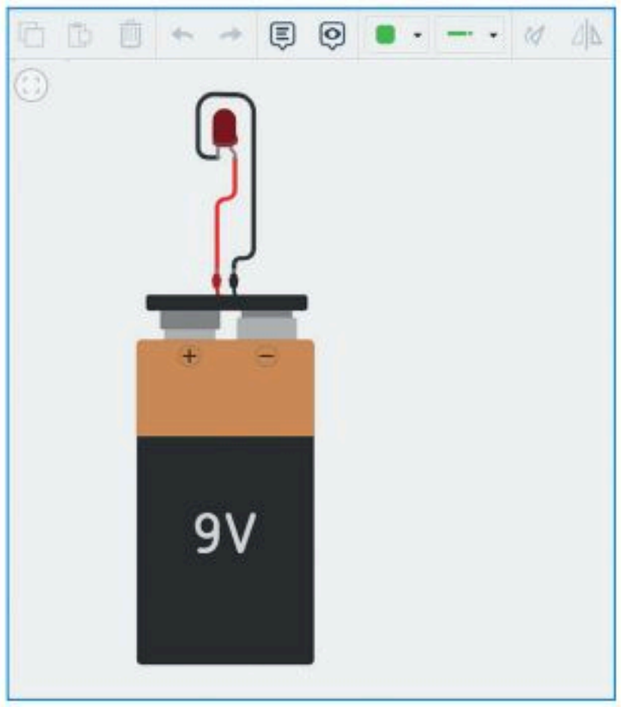
تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تطبيق دوائر تينكركاد هو تطبيق تصميم ومحاكاة على شبكة الإنترنت.	○	○
2. يمكنك إنشاء الدوائر الكهربائية ومحاكاتها باستخدام دوائر تينكركاد.	○	○
3. يستخدم المهندسون دوائر تينكركاد لإنشاء تصاميم حاسوبية متقدمة.	○	○
4. تقتصر المُكونات التي يمكن استخدامها في دوائر تينكركاد على المقاومات ومصادر الطاقة والدايودات المشعة للضوء.	○	○
5. تعرض قائمة المُكونات جميع مُكونات الدائرة التي صُمِّمت.	○	○
6. من الأفضل استخدام اللون نفسه لجميع وصلات الأسلاك.	○	○
7. أطراف مصدر الطاقة الكهربائية هي أعمدة على الجانبين الأيسر والأيمن من لوحة توصيل الدوائر مميزة بعلامات [+] و [-].	○	○
8. ينقل السلك الأسود (السلك الأرضي) التيار الراجع إلى مصدر الطاقة.	○	○
9. ينقل السلك الأحمر (السلك الحامل) التيار من مصدر الطاقة.	○	○

2 وضّح باختصار ما المقصود بالنموذج الأولي.

3 صمِّم الدائرة الآتية باستخدام دوائر تينكركاد، وشغِّل محاكاة الدائرة ولاحظ هل تعمل بشكل صحيح؟ وإذا لم تكن كذلك، فما التعديلات التي يجب إجراؤها، وقم بإصلاح الدائرة في التطبيق. وما المبدأ الأساسي الذي تمثله هذه الدائرة؟



4 ابحث في الإنترنت عن تطبيقات مشابهة لتطبيق دوائر تينكركاد، ثم قارن بينها واكتب ملخصًا لهذه المقارنة.

5 ما مزايا استخدام دوائر تينكركاد؟ وضّح إجابتك.

6 اذكر جوانب القصور التي يمكن ملاحظاتها عند استخدامك لدوائر تنكركاد.

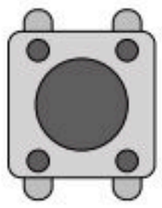
رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

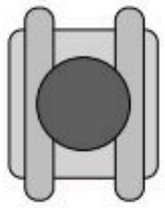
الدرس الثاني

اكتشاف الأخطاء وتصحيحها وإجراء القياسات

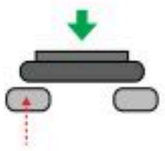
مفتاح الضغط The Pushbutton



يعمل مفتاح الضغط كموصل مؤقت بين نقطتين في الدائرة. يحتوي المفتاح على دائرة كبيرة في المنتصف تُستخدم لإغلاق الدائرة، وعلى أربع موصلات توجد في الزوايا الأربع للمفتاح.

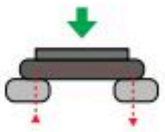


عند النظر إلى الجزء السفلي للمفتاح، يمكنك أن تلاحظ أن الموصلات على الجانبين الأيمن والأيسر عبارة عن سلكين. يوجد سلك واحد في كل جانب من جوانب المفتاح.

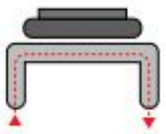


بملاحظة مفتاح الضغط من الأمام، يمكنك أن تلاحظ أنه مثبت أعلى السلكين بضاغط.

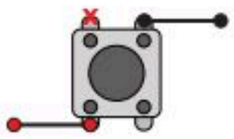
لا يبدو الضاغط ظاهرًا في رسم المفتاح التخطيطي. لا يمكن للتيار الكهربائي المرور عبر الدائرة عندما يكون مفتاح الضغط أعلى الأسلاك. في هذا الرسم التوضيحي يتم تمثيل التيار الكهربائي بسهم أحمر متقطع.



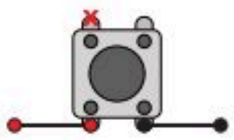
تُغلق الدائرة بمجرد الضغط على مفتاح الضغط، حيث يمر التيار من جانب المفتاح إلى الجانب الآخر.



عند النظر إلى المفتاح من الجانب، فإن توصيل الدائرة إلى نهاية سلك واحد في جانب واحد من المفتاح سيسمح للسلك الموجود داخل المفتاح بمرور التيار حتى في حالة عدم الضغط على المفتاح.



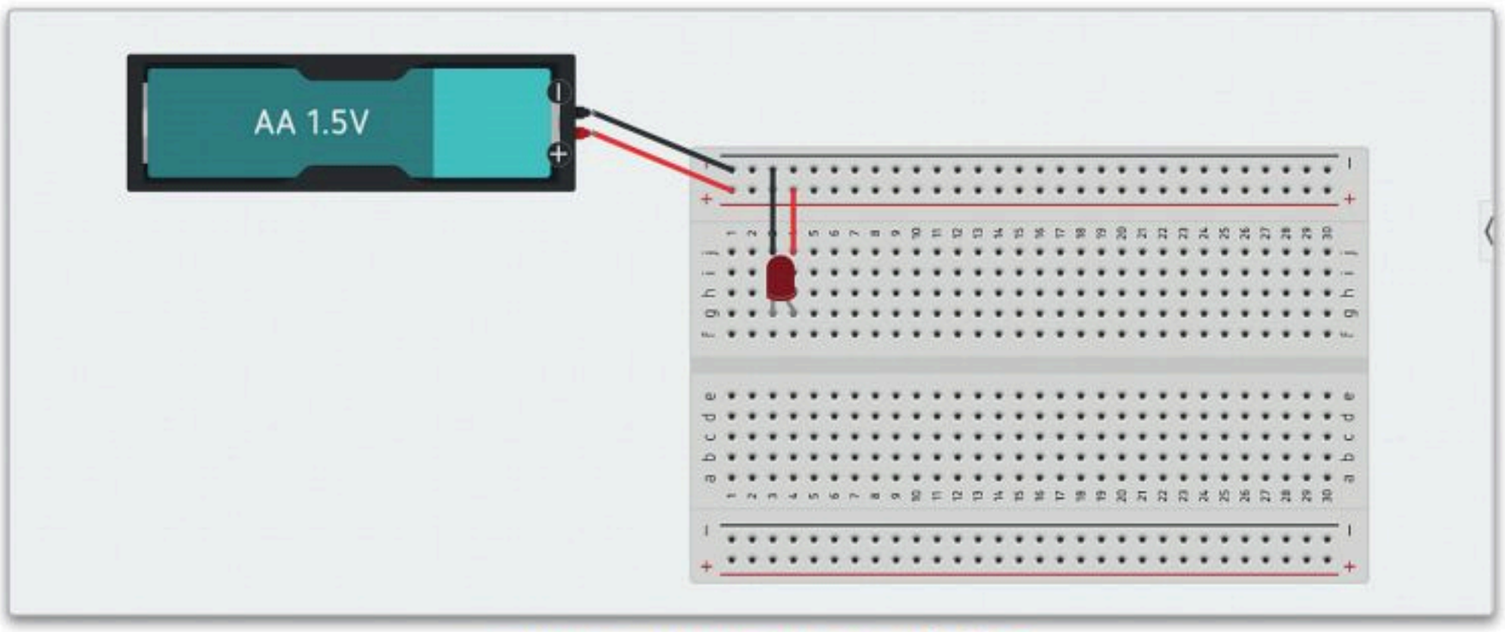
من المهم عند توصيل المُكونات أن يكون ذلك التوصيل بجوانب متقابلة من المفتاح، وكما يمكنك الملاحظة في الرسم التوضيحي المقابل، يمكن إجراء التوصيل عند الأطراف المتعاكسة قُطريًا أيضًا.



يمكن أيضًا إجراء توصيل عند الأطراف المتقابلة المجاورة كما هو موضح في الصورة على اليسار.

من الأهمية بمكان توصيل الأطراف الصحيحة لمفتاح الضغط لضمان عمل الدائرة بشكل صحيح.

عادةً ما يُستخدم مفتاح الضغط الموجود في الدائرة لفتحها وإغلاقها. ستستخدم نفس الدائرة كما في الدرس السابق ولكن هذه المرة ستضيف مفتاح ضغط. في الشكل الموضح ستستخدم نفس الدائرة الإلكترونية التي صُمِّمت بالدرس السابق.

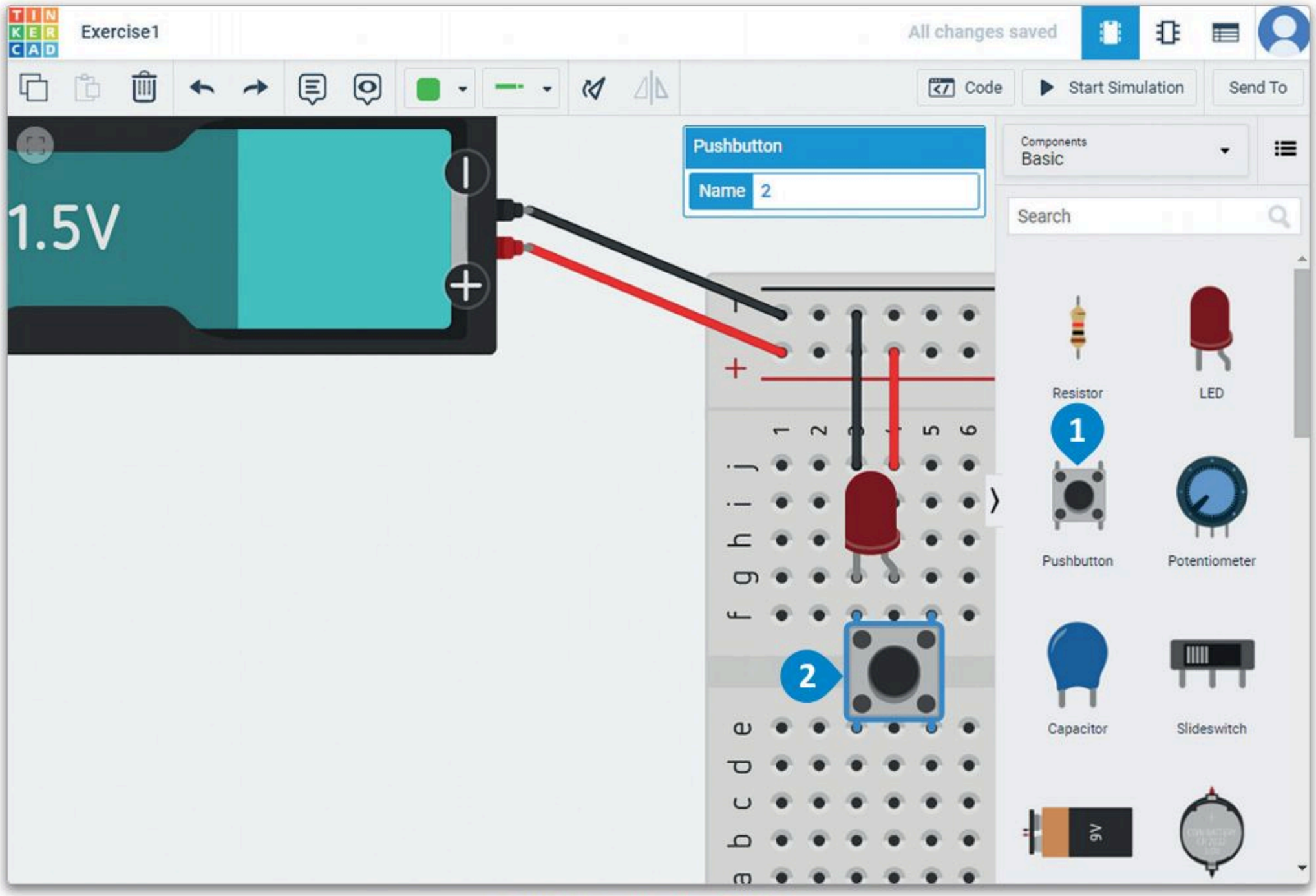


شكل 4.17: الدائرة مع البطارية والدايود المشع للضوء

لإضافة مفتاح ضغط في الدائرة:

> من لوحة Components (المُكونات)، اضغط على خيار Pushbutton (مفتاح الضغط). 1

> اختر مفتاح الضغط وضعه على لوحة توصيل الدوائر بحيث يكون أحد طرفيه في **العمود** f، والطرف الآخر في **العمود** e. 2



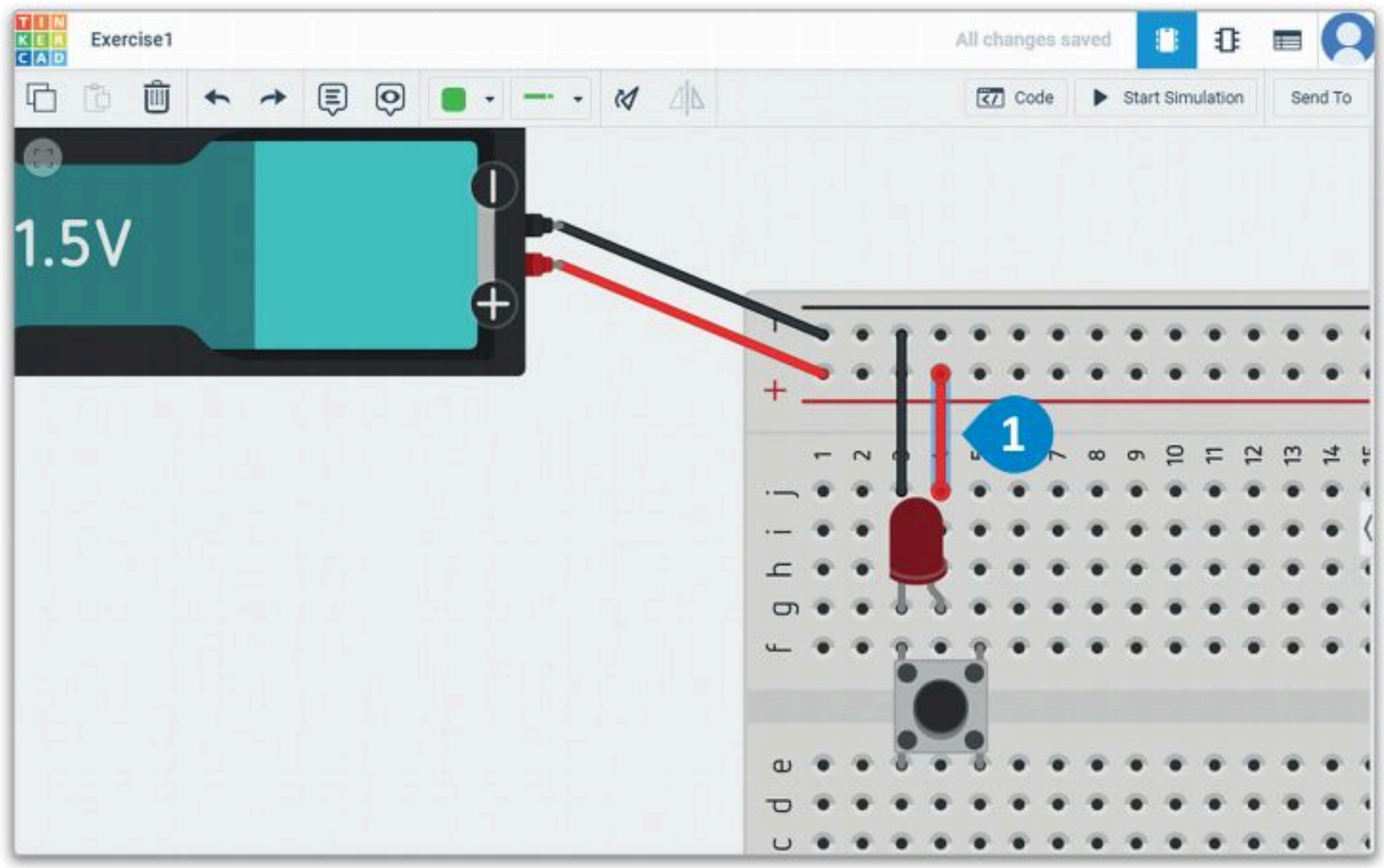
شكل 4.18: إضافة مفتاح ضغط في الدائرة

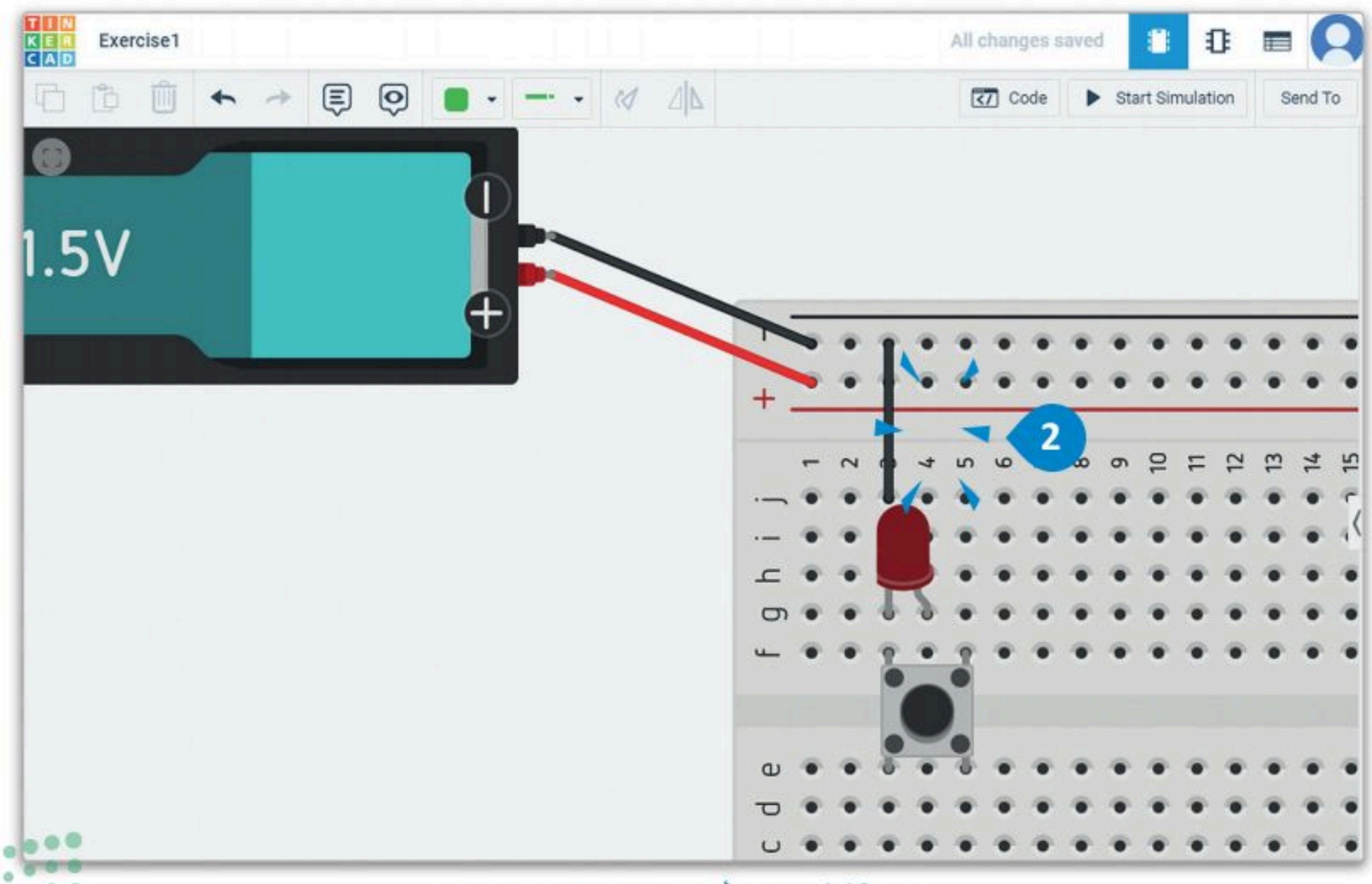
تمثل الأطراف القطرية في هذا المفتاح النهايات المقابلة للمفتاح. يشير هذا إلى أن التيار سيتدفق من e5 إلى f3. سيُضمّن مفتاح الضغط داخل الدائرة المغلقة، بوضع مفتاح الضغط في f3، وسيشكل أحد أطراف التوصيل جزءًا من الدائرة المغلقة. ضع في اعتبارك أن كل مُكون في العمود المرقم يرتبط مع المُكونات الأخرى في نفس العمود. وهذا يعني أن مفتاح الضغط يتصل بأحد أطراف الدايود المشع للضوء، وأن سلك التوصيل الممتد من j3 يتصل بالجهة السالبة. يجب عليك نقل سلك التوصيل من الطرف الموجب إلى الجانب الآخر من مفتاح الضغط لإغلاق الدائرة.

لحذف الأسلاك باستخدام لوحة المفاتيح:

> اضغط على **سلك التوصيل الموجب** لتحديده. 1

> اضغط على زر **Delete** أو **Backspace ←** من لوحة المفاتيح ليُحذف السلك. 2





شكل 4.19: حذف الأسلاك باستخدام لوحة المفاتيح

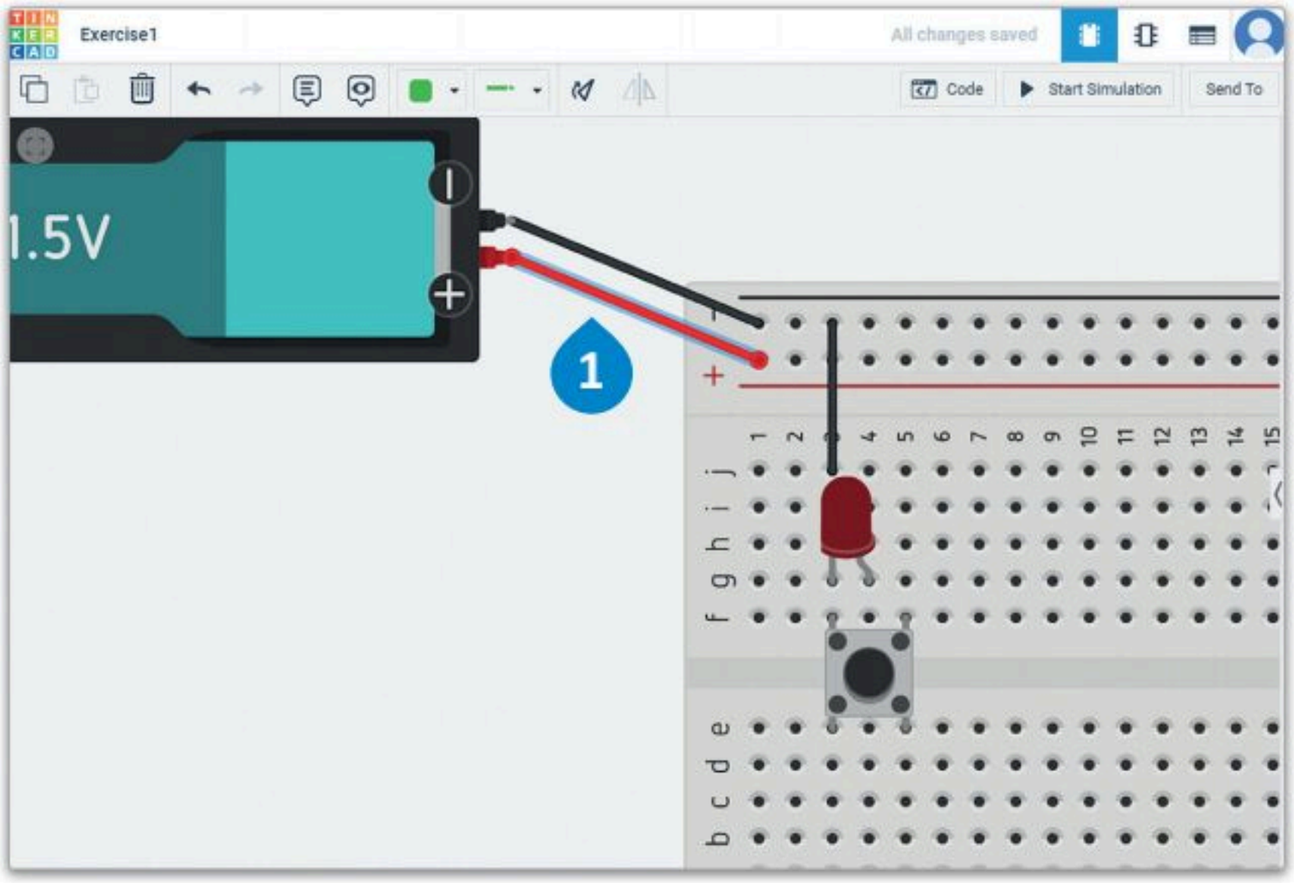
يجب توصيل الطرف الموجب في الجانب الآخر من المفتاح. كلا جانبي لوحة توصيل الدوائر لها أطراف موجبة وسالبة. ستوصل الطرف الموجب للبطارية بالجانب الآخر من لوحة توصيل الدوائر.

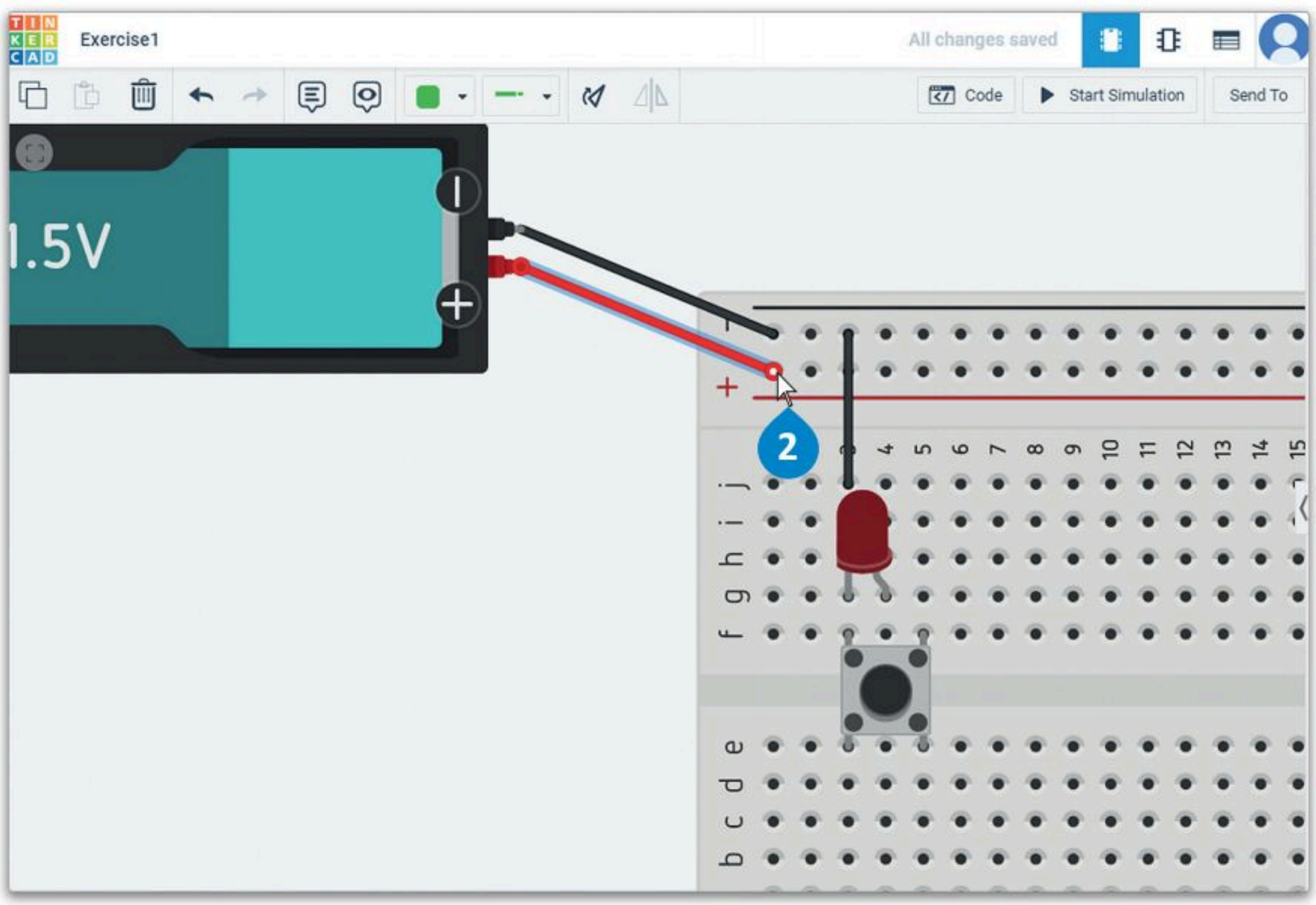
لنزع الأسلاك وتحريكها:

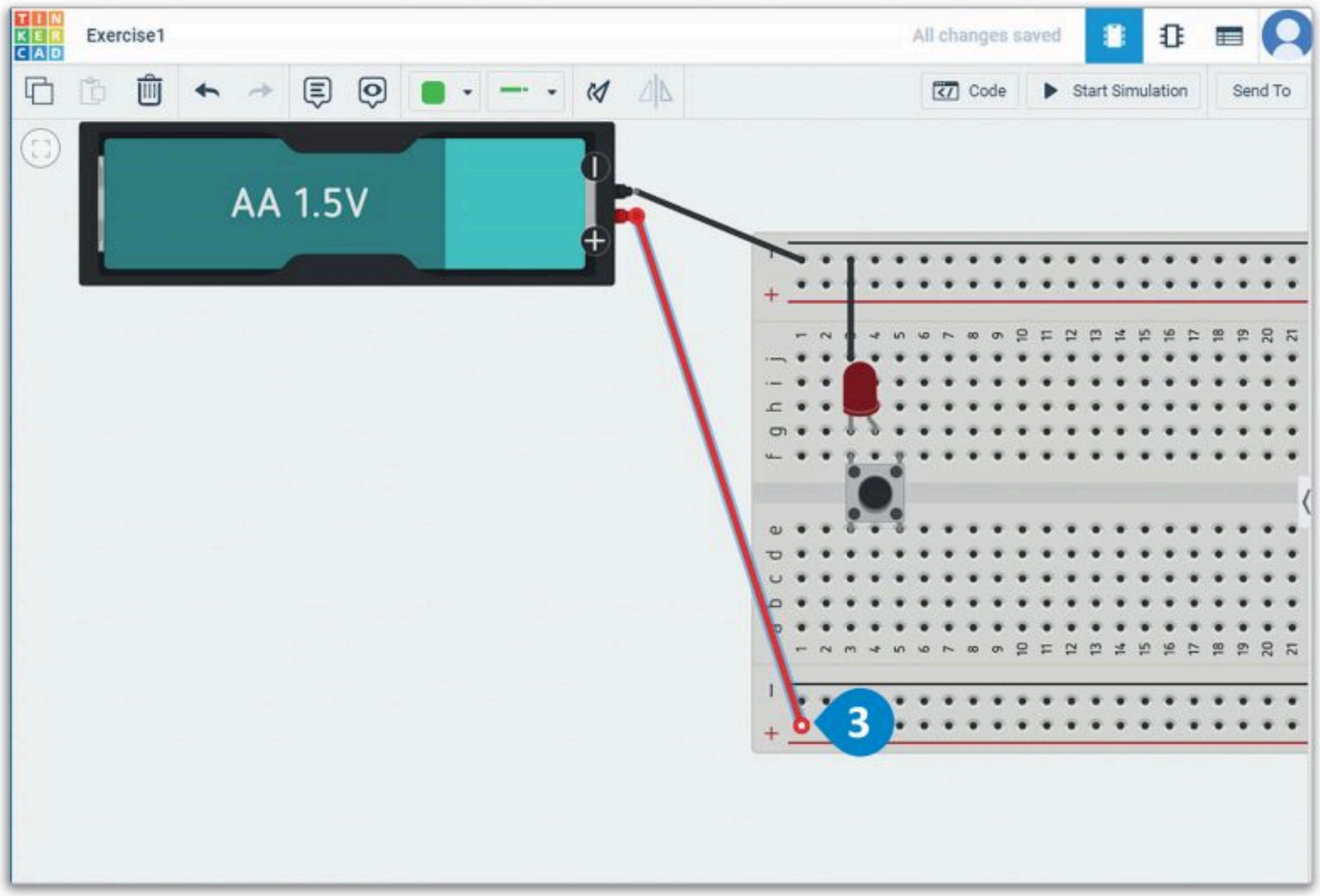
> اضغط على **السلك الموجب** لتحديده. 1

> حرك مؤشر الفأرة إلى نهاية السلك المتصل بلوحة توصيل الدوائر وعند ظهور **نقطة بيضاء**، اضغط عليها **لفصلها**. 2

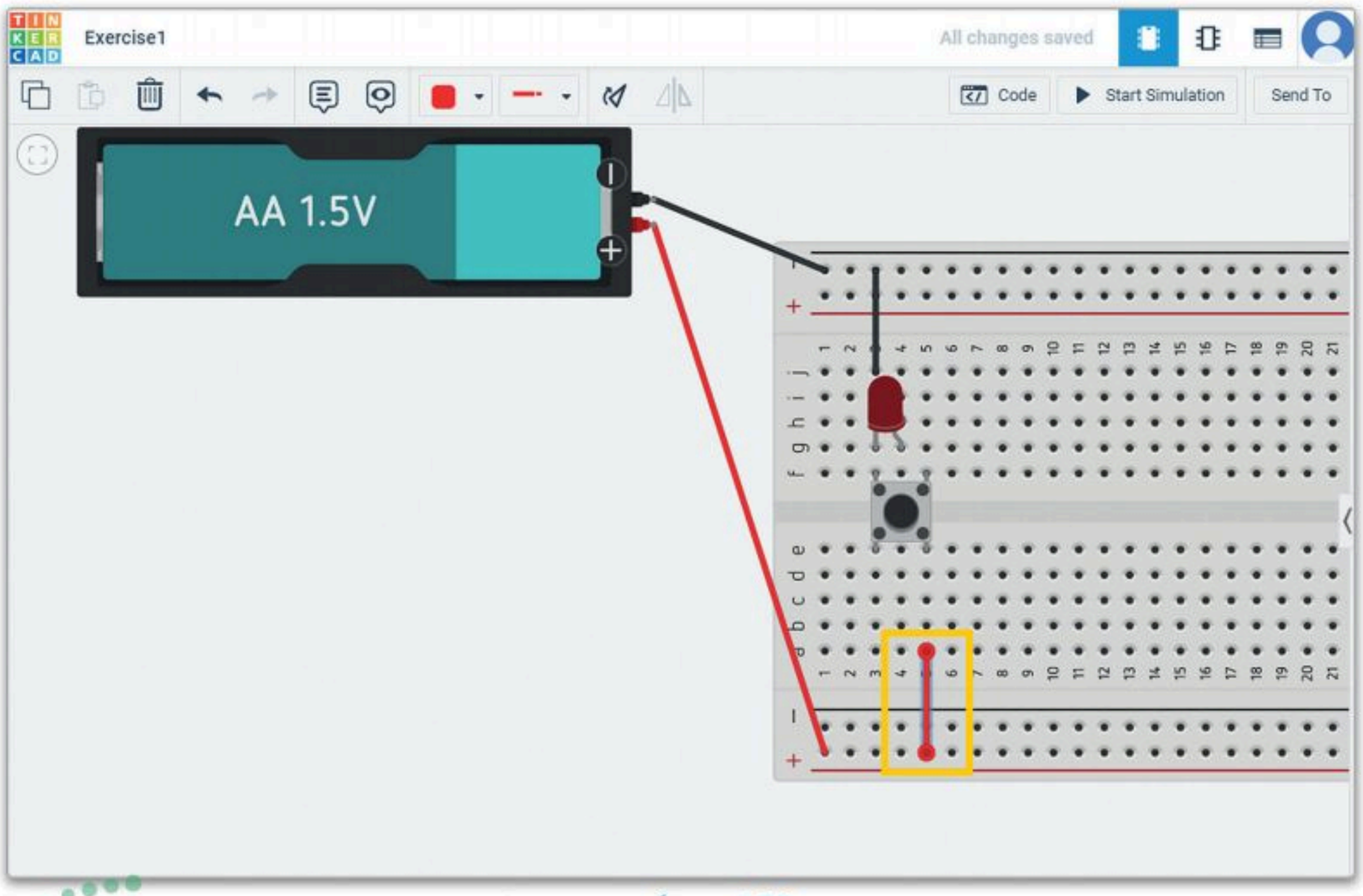
> اضغط واسحب لوضع نهاية السلك على الجانب الآخر من اللوحة وتوصيله بالسلك الموجب. 3







يتعين عليك كذلك توصيل القطب الموجب للدايود المشع للضوء بالطرف الموجب لمصدر التيار الكهربائي لتشغيل الدايود المشع للضوء.



شكل 4.20: نزع الأسلاك وتحريكها

اكتشاف الأخطاء وتصحيحها Troubleshooting

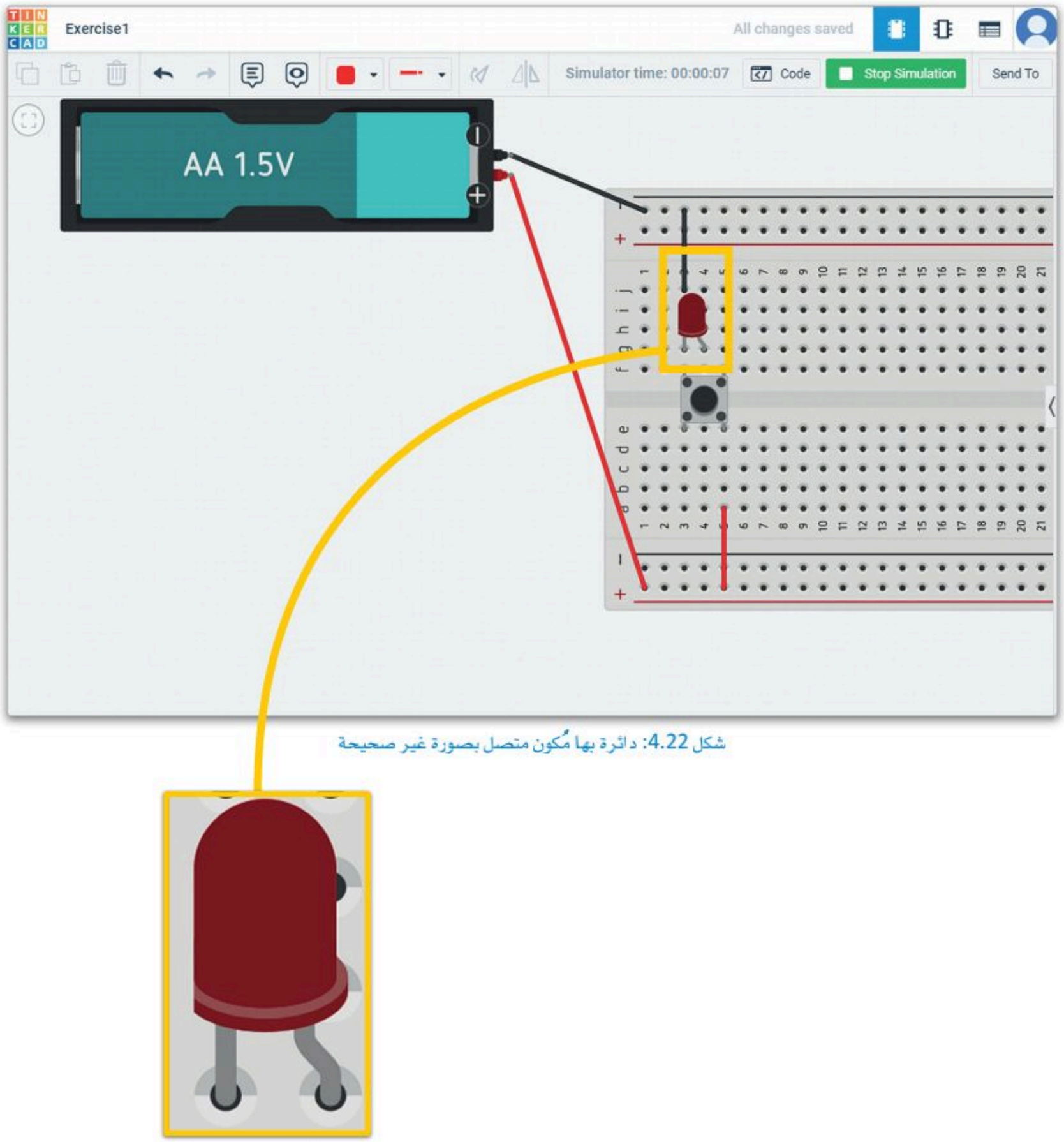
محاكاة الدائرة هي عملية تحاكي فيها عمل دائرة إلكترونية واحدة أو نظام كامل يتكون من عدة دوائر وذلك باستخدام تطبيق أو برنامج حاسوبي. يمكن اختبار التصاميم الجديدة وتقييمها وتشخيصها دون الحاجة لإنشاء الدائرة على أرض الواقع. يمكنك أيضًا من خلال المحاكاة اكتشاف الأخطاء وتصحيحها وجمع البيانات وذلك قبل تطبيق التصميم باستخدام مُكونات إلكترونية حقيقية. تسمح هذه العملية للمهندس بتحديد مدى صحة وكفاءة التصميم بشكل مسبق، وكذلك يمكن للمهندس من خلال هذه العملية تجربة تصاميم بديلة دون تكلفة وبشكل أسرع. تتوفر في برامج المحاكاة كمية لا حصر لها من المُكونات المتاحة لمحاكاة إنشاء واختبار التصاميم البديلة.

كما هو الحال في كثير من الدوائر الإلكترونية، تُعدّ دوائر الدايودات المشعة للضوء ذات طبيعة حساسة جدًا للتيار. يتعرض الدايود المشع للضوء للتلف إذا كانت شدة التيار أكبر من التصنيف المحدد لتحمله مثل 20 ميلي أمبير. يجب استخدام المقاومة المناسبة لحماية الدايودات المشعة للضوء أو الدائرة بأكملها من التلف. يعرض لك دوائر تينكركاد تدفق التيار عبر عناصر الدائرة عند تشغيل المحاكاة، ويتم التنبيه من خلال إظهار نجمة حمراء اللون أعلى المُكون الذي فيه المشكلة.

مرِّر الفأرة على النجمة الحمراء للحصول على شرح للمشكلة.

شكل 4.21: محاكاة مع وجود مشكلة في التيار في الدائرة

بالعودة إلى الدائرة الإلكترونية التي أنشأتها سابقًا والتي تحتوي على بطارية ودايود مشع للضوء ومفتاح الضغط، تريد اختبار ما إذا كانت الدائرة تعمل بشكل صحيح. عند تنفيذ محاكاة الدائرة والضغط على مفتاح الضغط، ستلاحظ أن الدايود المشع للضوء لا يضيء.

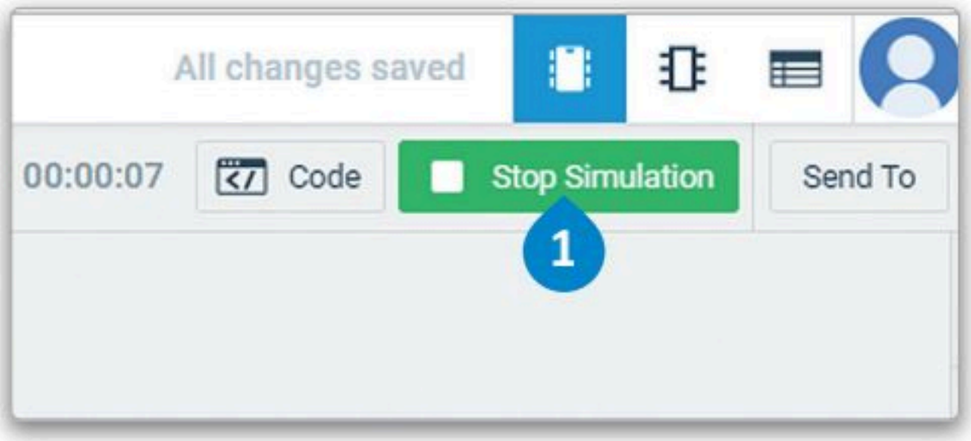


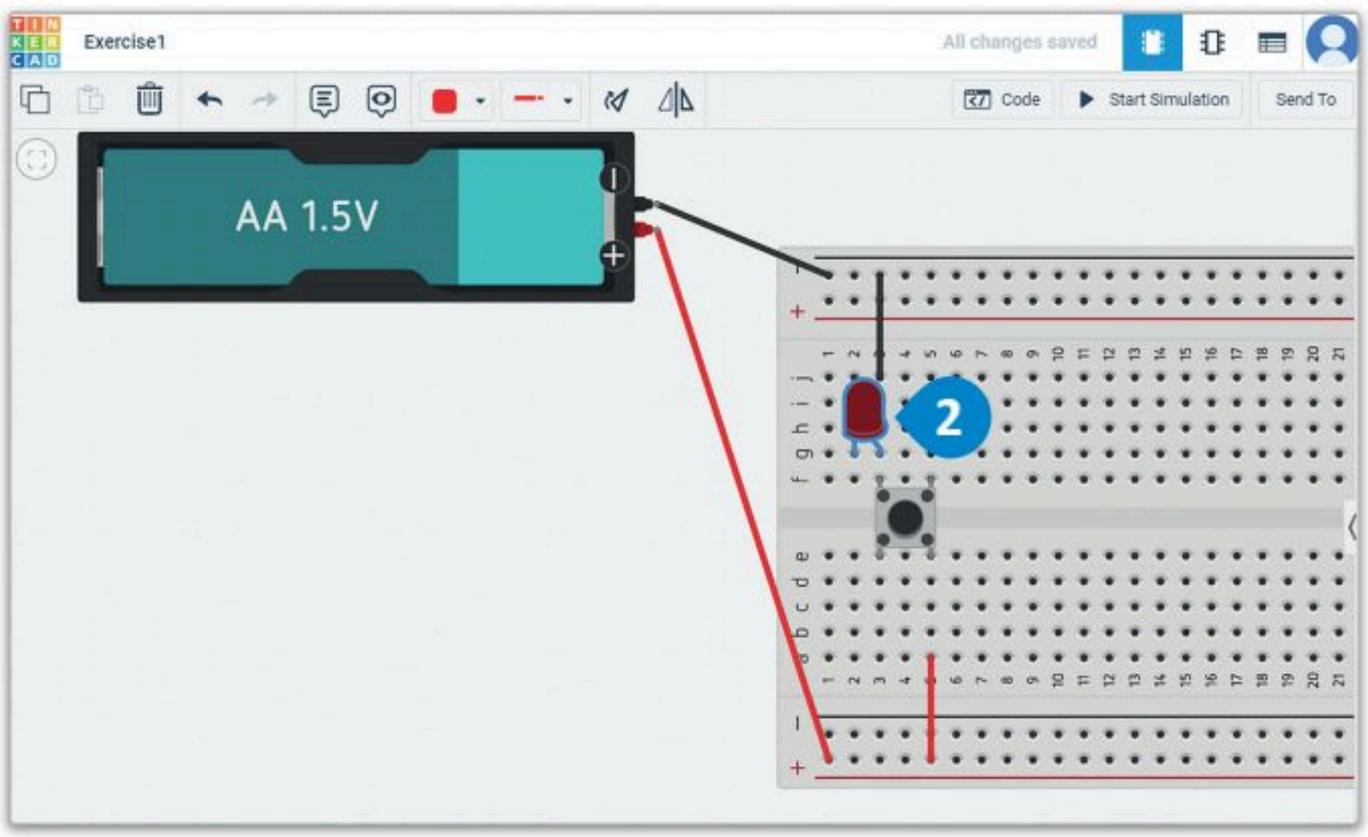
شكل 4.22: دائرة بها مُكون متصل بصورة غير صحيحة

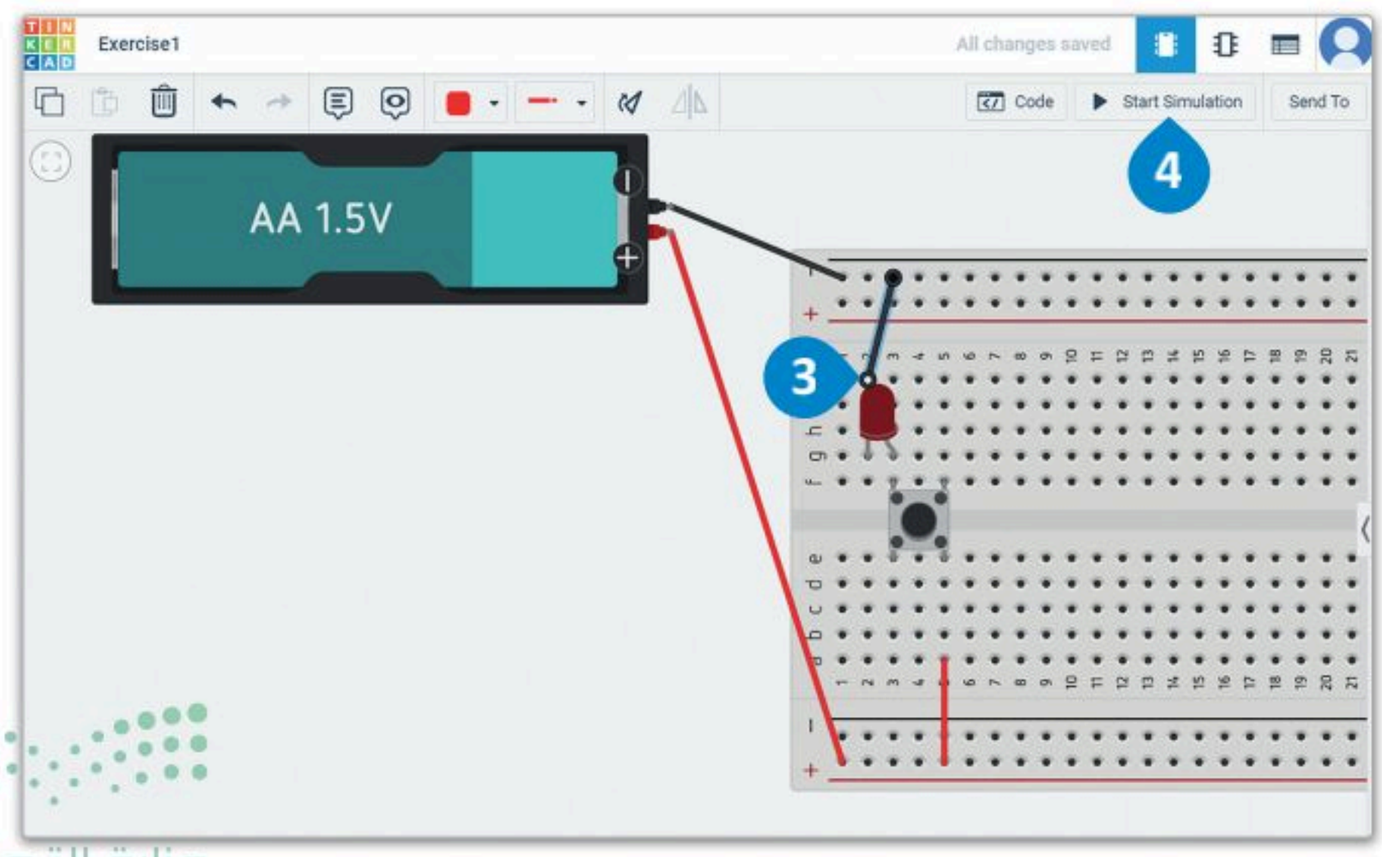
لا تعمل هذه الدائرة بشكل صحيح، ولذلك يتعين عليك توصيل مِصعد الدايود المشع للضوء بالطرف الموجب لسريان التيار الكهربائي. من المهم الانتباه إلى أنه لا يمكنك نقل المُكونات أثناء تشغيل محاكاة الدائرة.

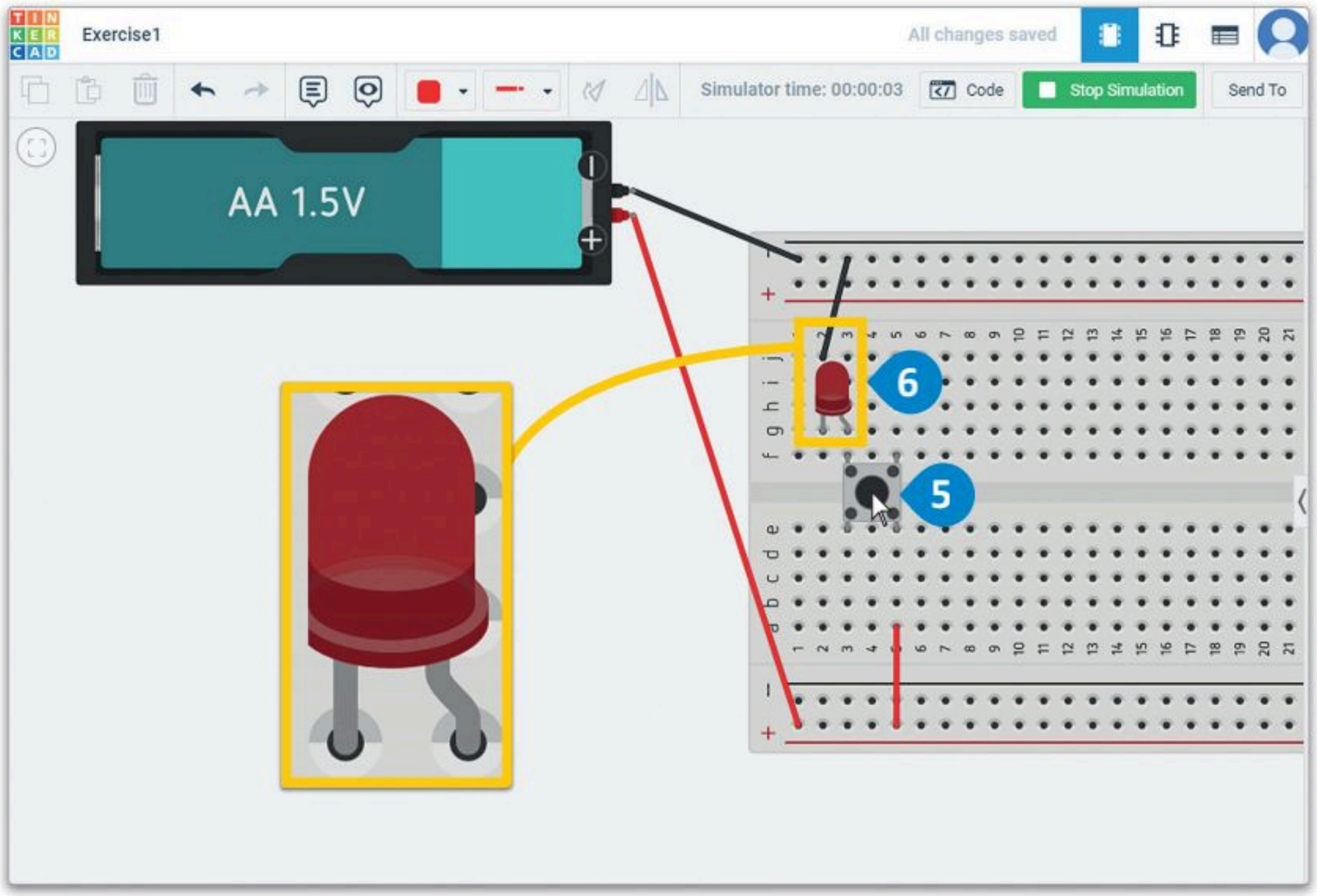
لتعديل الدائرة واختبار تشغيلها:

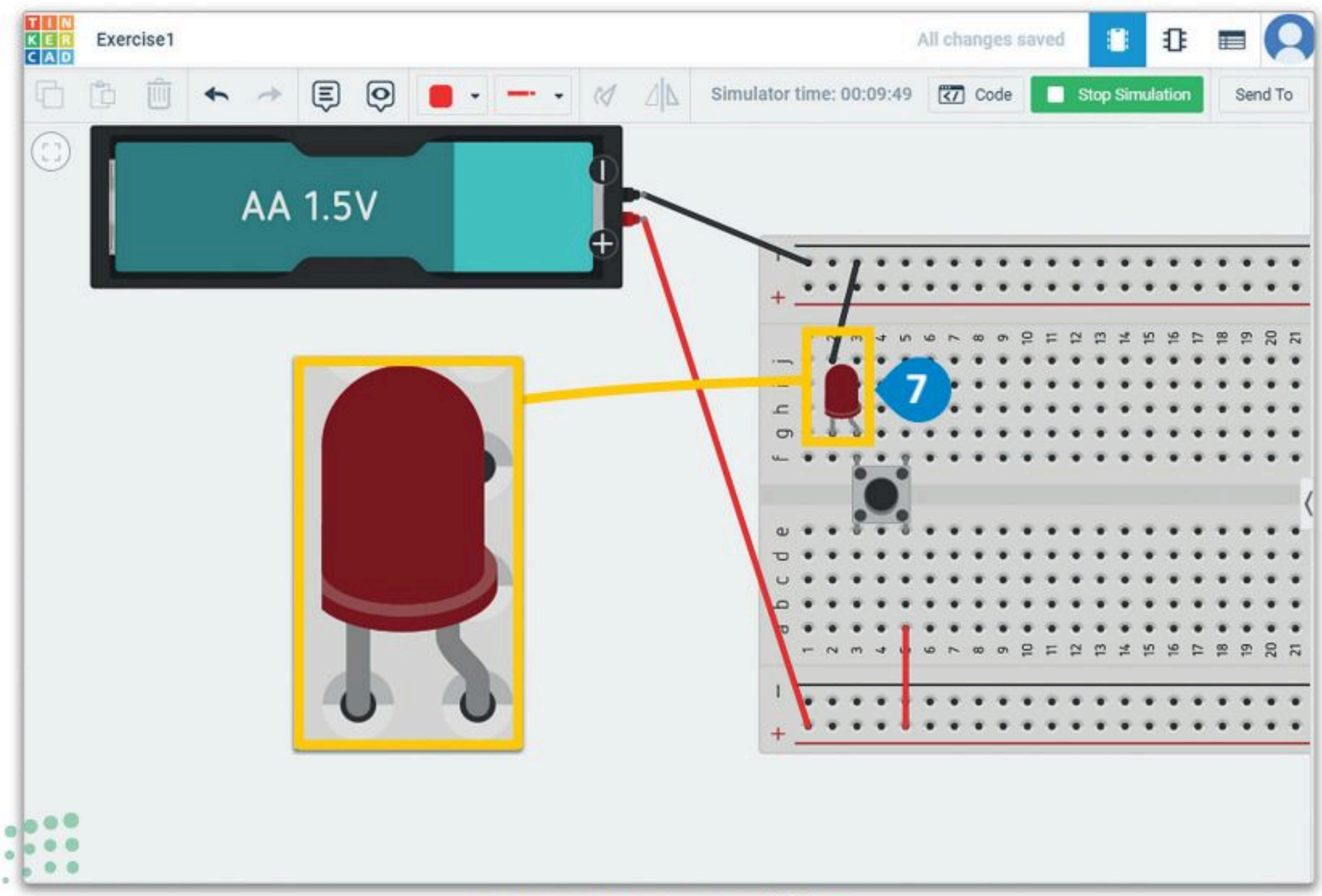
- اضغط على Stop Simulation (إيقاف المحاكاة). 1
- انقل **الدايود المشع للضوء** إلى **الصف الثاني**. 2
- اضغط مرة واحدة على **سلك التوصيل** وحرك أحد طرفيه بحيث يتصل **بالمهبط** الخاص **بالدايود المشع للضوء**. 3
- اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). 4
- اضغط على **مفتاح الضغط**. 5
- تأكد من بقاء **الدايود المشع للضوء مضاءً** أثناء الضغط على مفتاح الضغط. 6
- حرِّر **مفتاح الضغط** وسينطفئ الدايود المشع للضوء. 7











شكل 4.23: تعديل الدائرة واختبار تشغيلها

الدوائر ذات المقاومات Circuits with Resistors

في هذا الجزء من الدرس، ستنشئ دائرتين متطابقتين في نفس مساحة العمل في تطبيق دوائر تينكركاد.

ستكون الدائرة الأولى دون لوحة توصيل الدوائر، والأخرى باستخدام لوحة توصيل الدوائر. ستُستخدم هذه الدوائر لاحقًا في الدرس لتعزيز مفاهيم التيار والمقاومة وفرق الجهد بشكل أفضل لديك. في كلتا الحالتين، ستنشئ دائرة لدايود مشع للضوء بسيطة ببطارية ودايود مشع للضوء ومقاومة. ستصمم أولًا دائرة الدايود المشع للضوء دون استخدام لوحة توصيل الدوائر. قم بالانتقال إلى لوحة تحكم تينكركاد بالضغط على شعار تينكركاد وإنشاء دائرة جديدة.

لإنشاء دائرة جديدة:

> من لوحة Components (المُكونات)، اضغط على Resistor (المقاومة)، (1) وضعها في مساحة العمل. (2)

> من لوحة معاينة المقاومة، اضبط Resistance (المقاومة) على **47Ω**. (3)

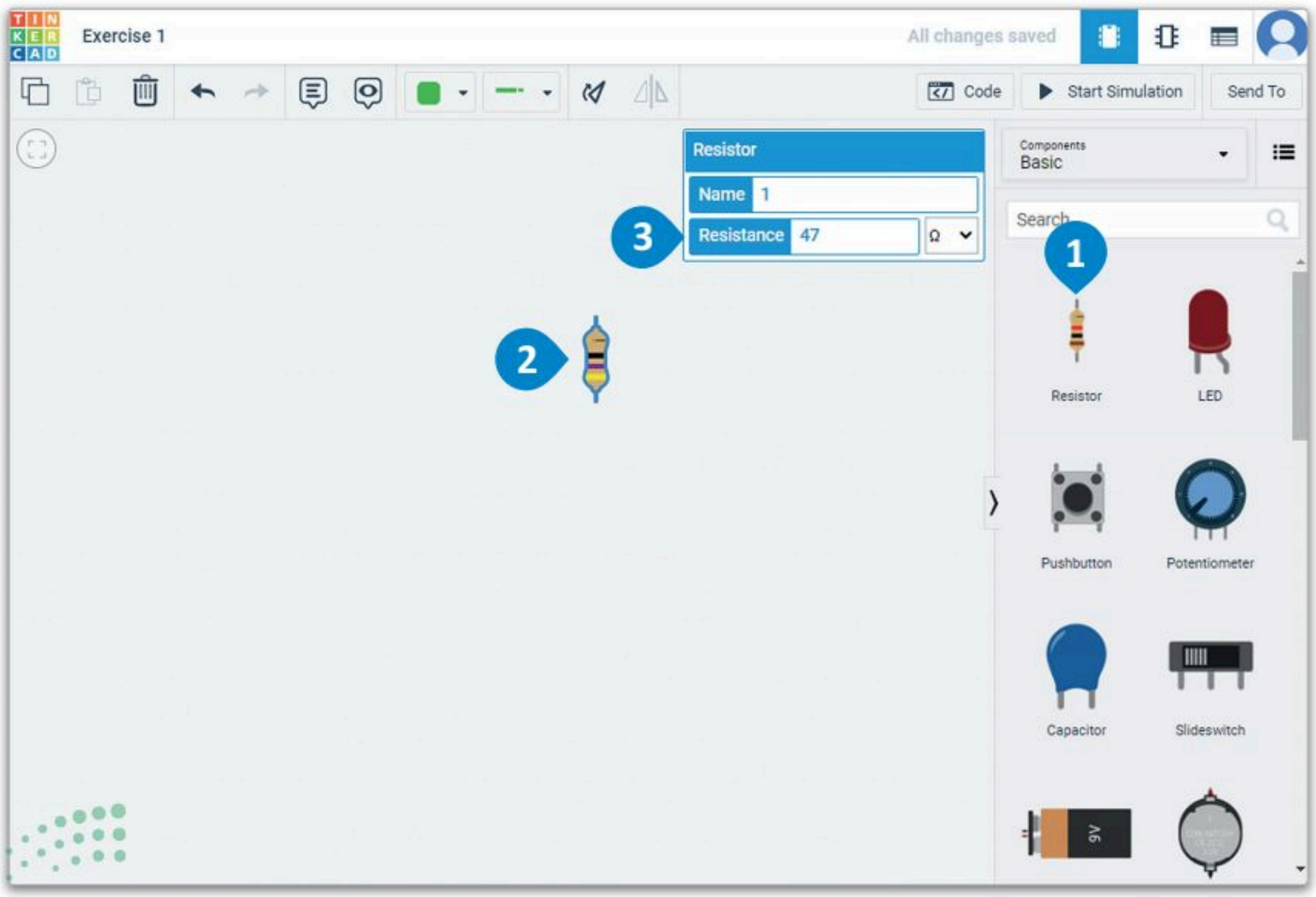
> اضغط على LED (الدايود المشع للضوء)، (4) وضعه على مساحة العمل. (5)

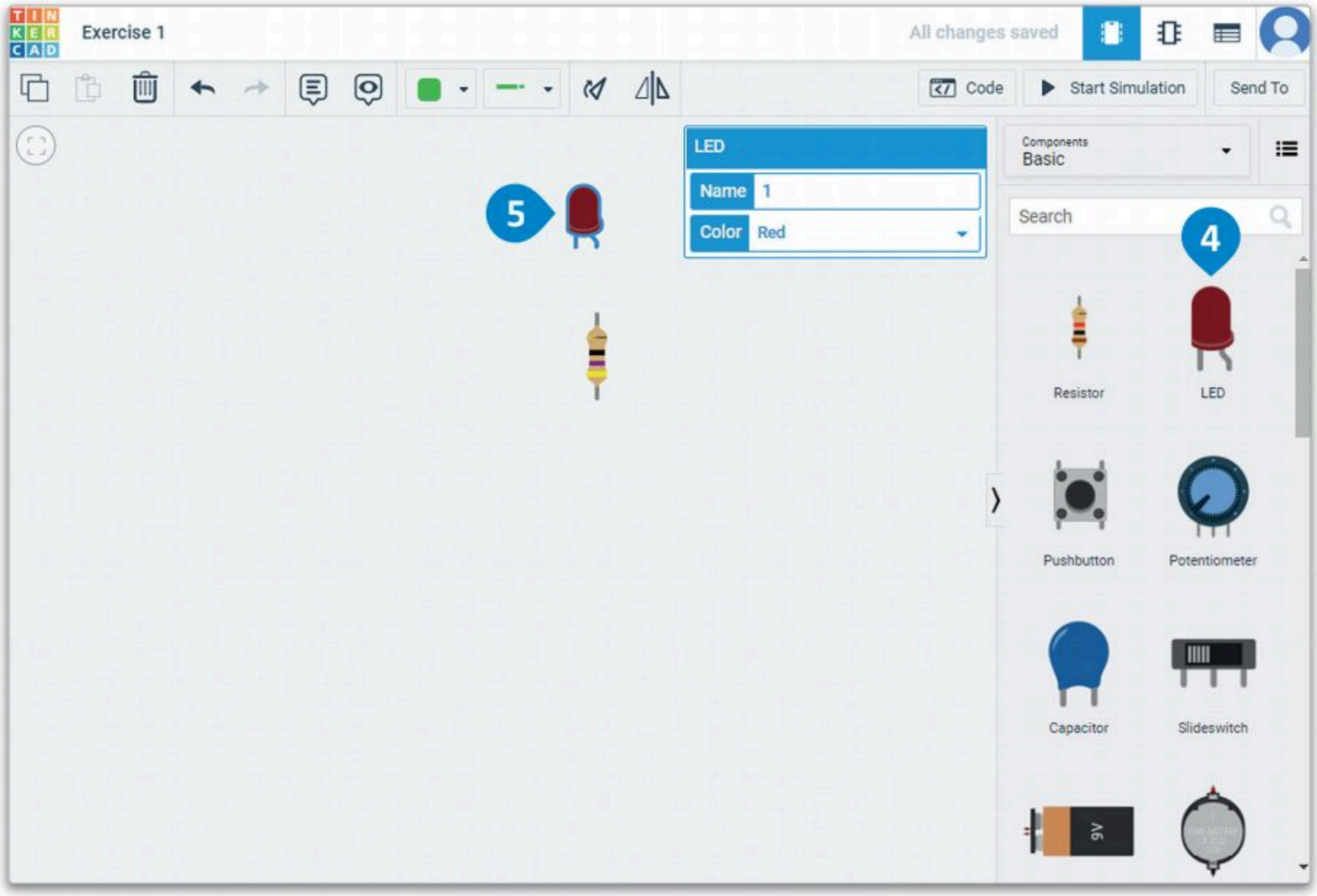
> اضغط على 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، (6) وضعها في مساحة العمل. (7)

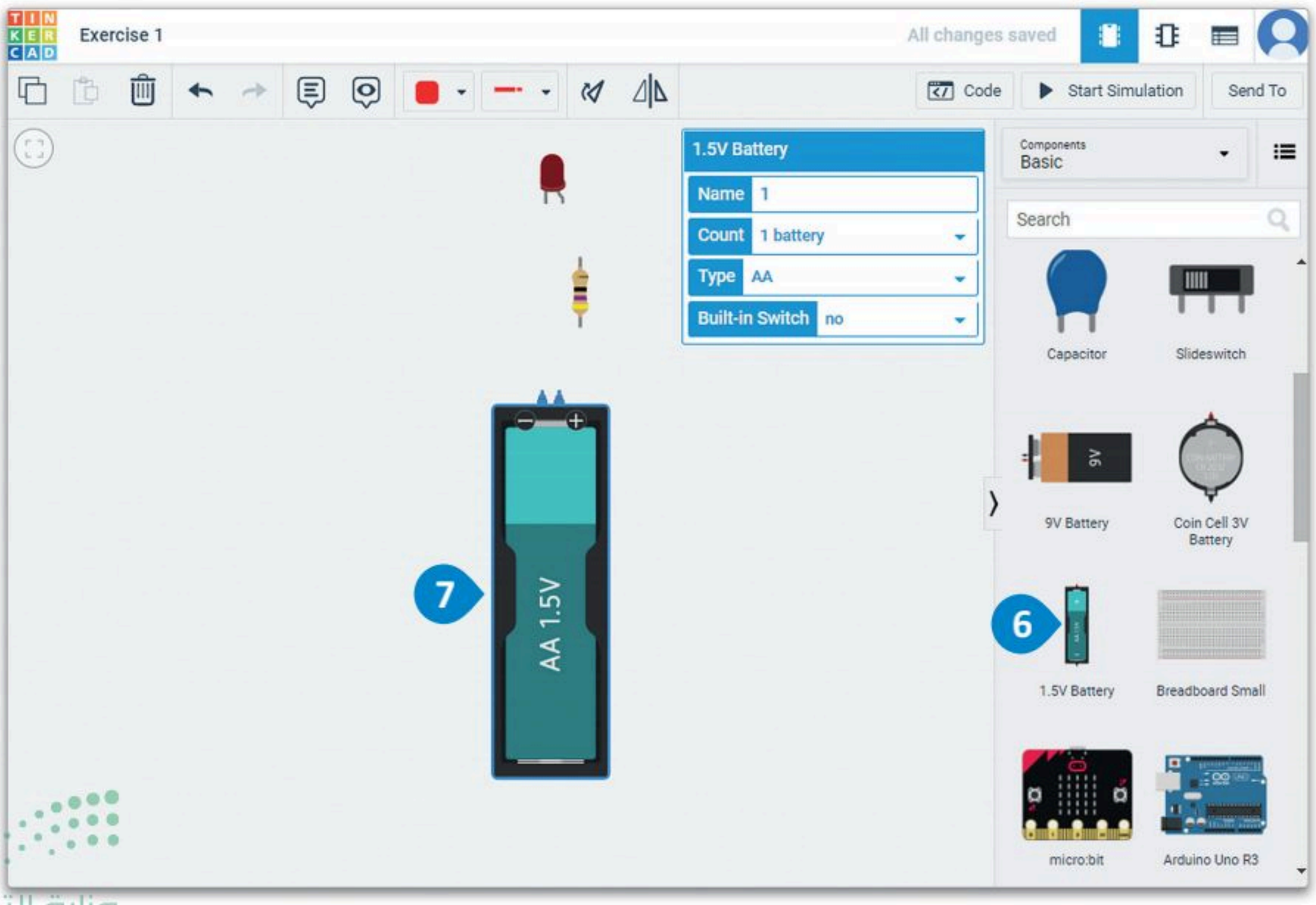
> من لوحة المعاينة الخاصة بـ 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، اضبط Count (العد) على 2 batteries (بطاريتين) لتزويد الدائرة بجهد 3 فولت. (8)

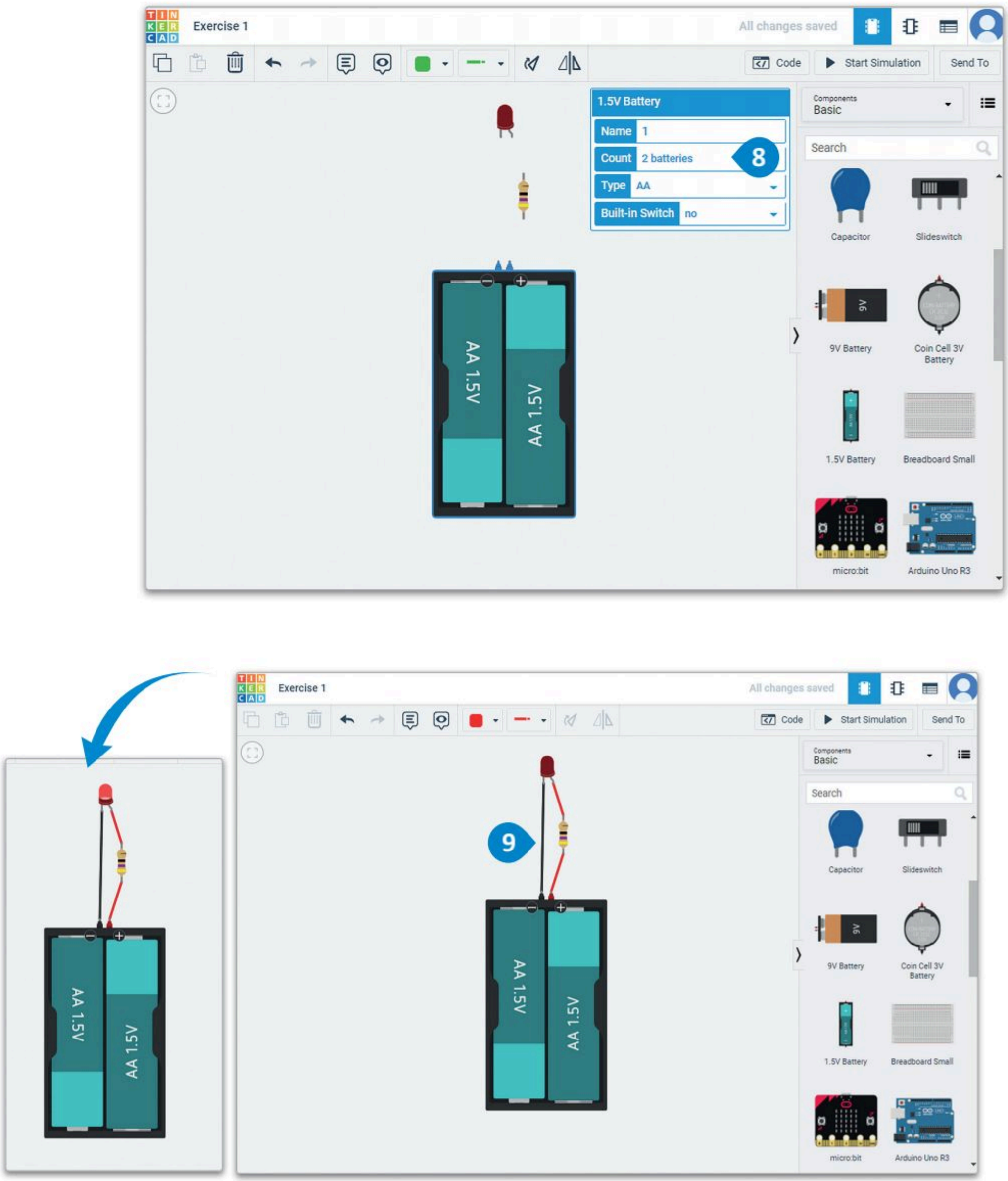
> وصِّل الدائرة، (9) وابدأ المحاكاة.

تحتوي الدائرة على بطارية 3 فولت ودايود مشع للضوء بفرق جهد بانحياز أمامي تبلغ قيمته 2.06 فولت تقريبًا. التيار الأمامي المثالي للدايود المشع للضوء هو 20 ميلي أمبير. لحساب قيمة المقاومة بوحدة الأوم تستخدم الصيغة:
R = (Vsource - Vdrop) / Iforward
مما يعني أن المقاومة يجب أن تكون 47Ω.




Exercise 1
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
LED
Name 1
Color Red
Components
Basic
Search
5
4
Resistor
LED
Pushbutton
Potentiometer
Capacitor
Slideswitch


Exercise 1
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
1.5V Battery
Name 1
Count 1 battery
Type AA
Built-in Switch no
Components
Basic
Search
Capacitor
Slideswitch
9V Battery
Coin Cell 3V Battery
7
AA 1.5V
6
1.5V Battery
Breadboard Small
micro:bit
Arduino Uno R3



شكل 4.24: إنشاء دائرة جديدة

ولمتابعة العمل، ستصمم دائرة الدايود المشع للضوء على لوحة توصيل الدوائر. انتقل إلى لوحة تحكم تينكركاد بالضغط على شعار تينكركاد وأنشئ دائرة جديدة.

لإنشاء دائرة جديدة:

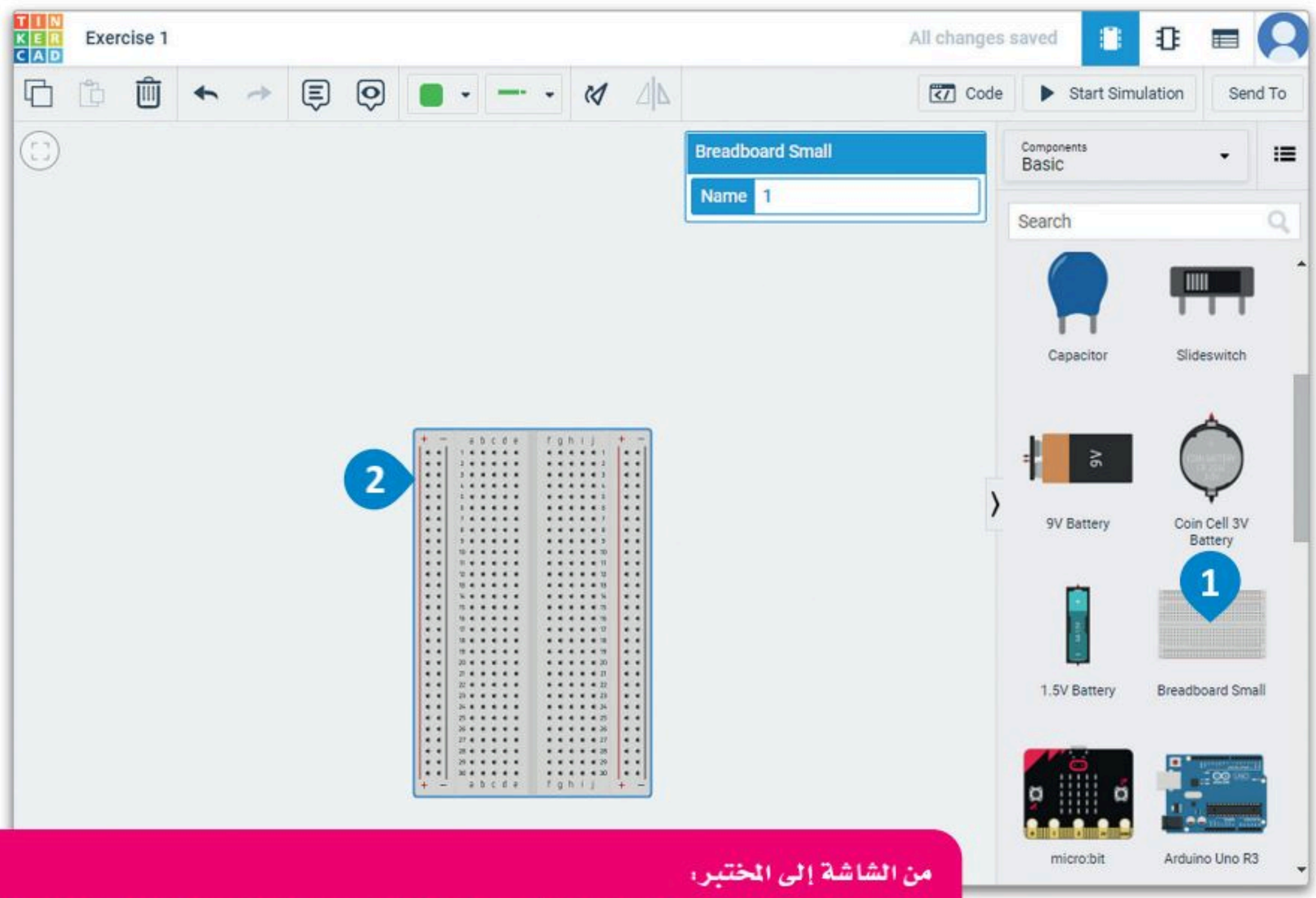
> من لوحة Components (المُكونات)، اضغط على Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة)، (1) وضعها في مساحة العمل وقم بتدويرها. (2)

> اضغط على Resistor (المقاومة)، (3) وضعها في مساحة العمل وقم بتدويرها. (4)

> من لوحة المعاينة، اضبط Resistance (المقاومة) على **47Ω**. (5)

> اضغط على LED (الدايود المشع للضوء)، (6) وضعه على لوحة توصيل الدوائر وقم بتدويره. (7)

> اضغط على 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، (8) وضعها في مساحة العمل، وقم بتدويرها، ومن **لوحة المعاينة** الخاصة بـ 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، اضبط Count (العد) على 2 batteries (بطاريتين) لتزويد الدائرة بفرق جهد 3 فولت. (9)

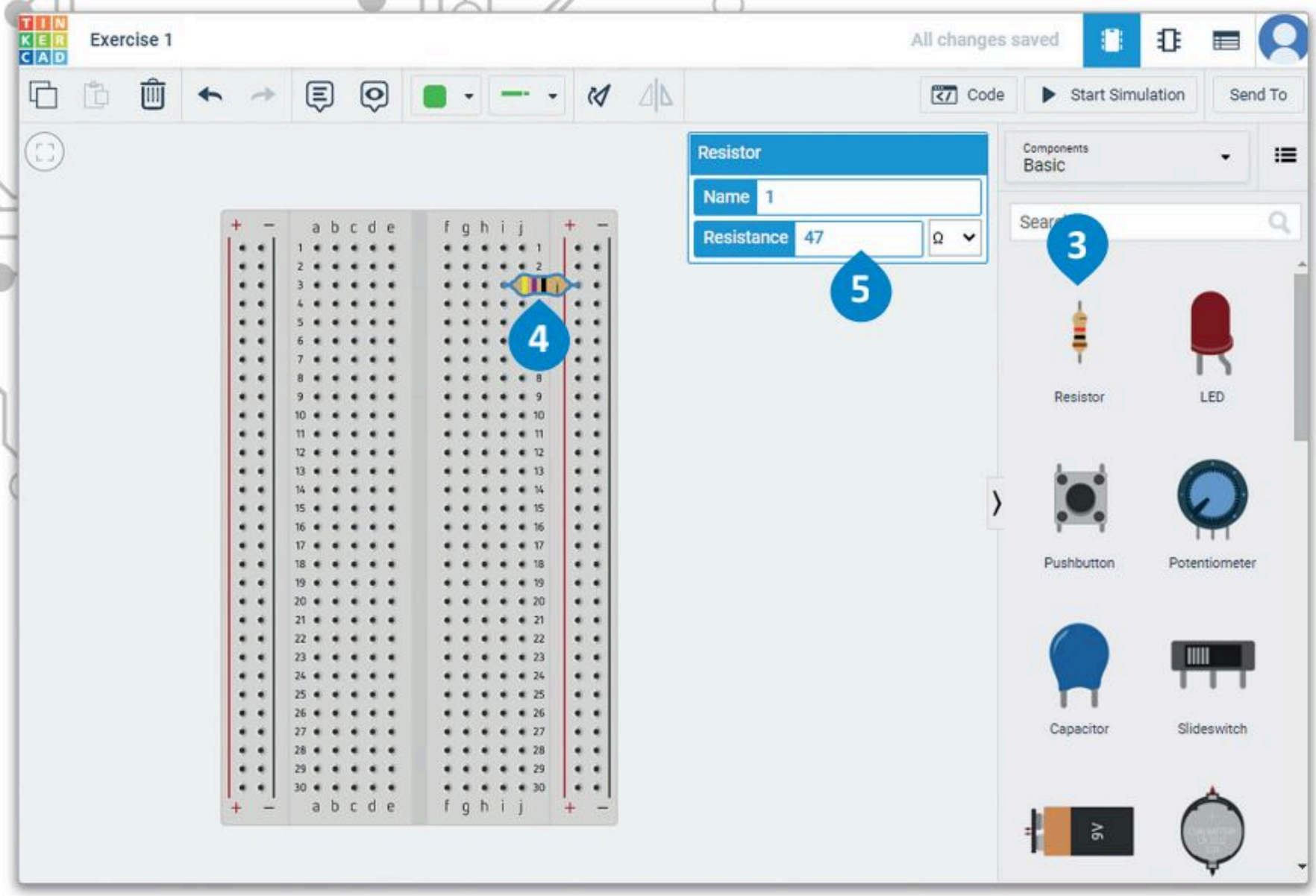


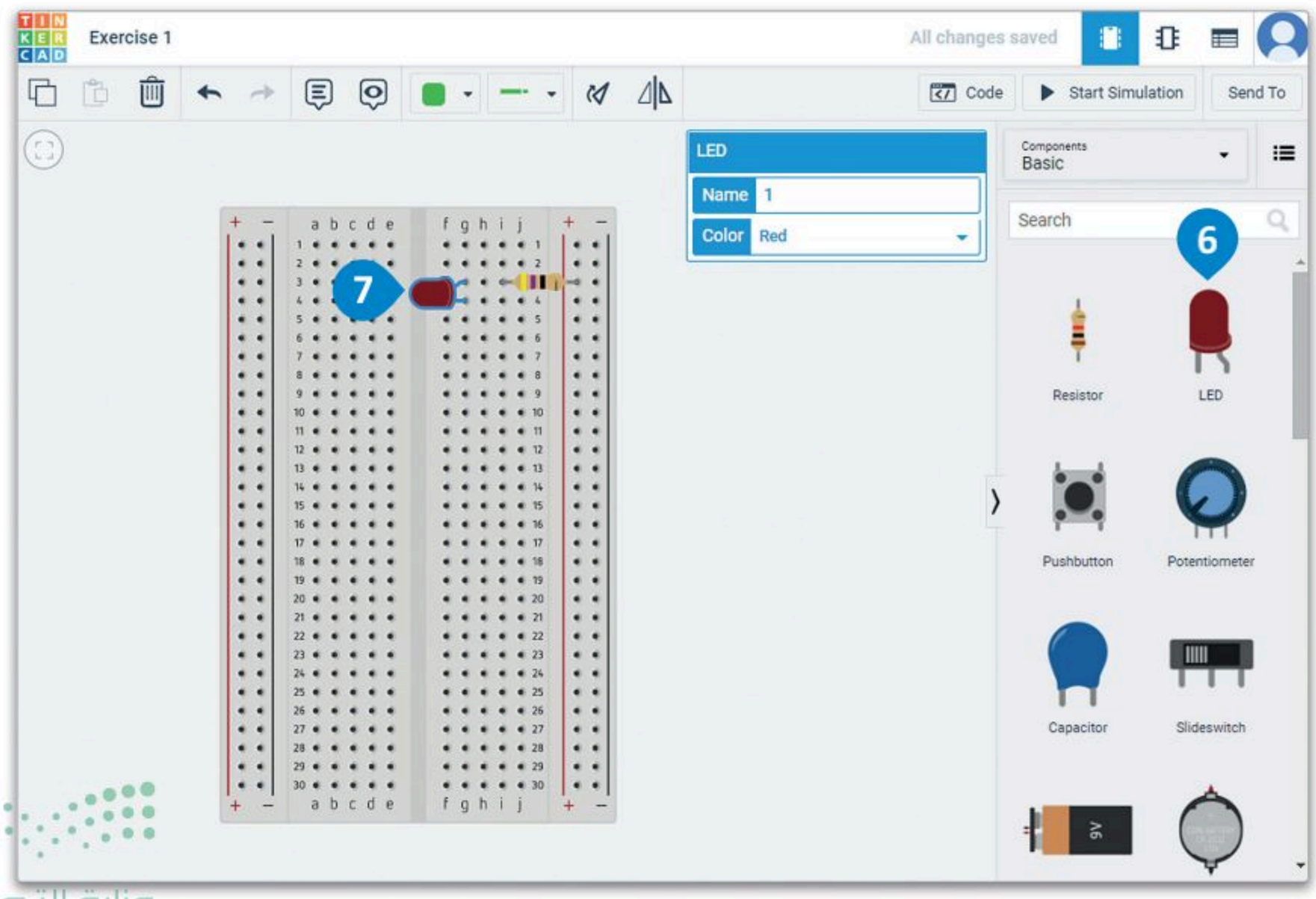
من الشاشة إلى المختبر:

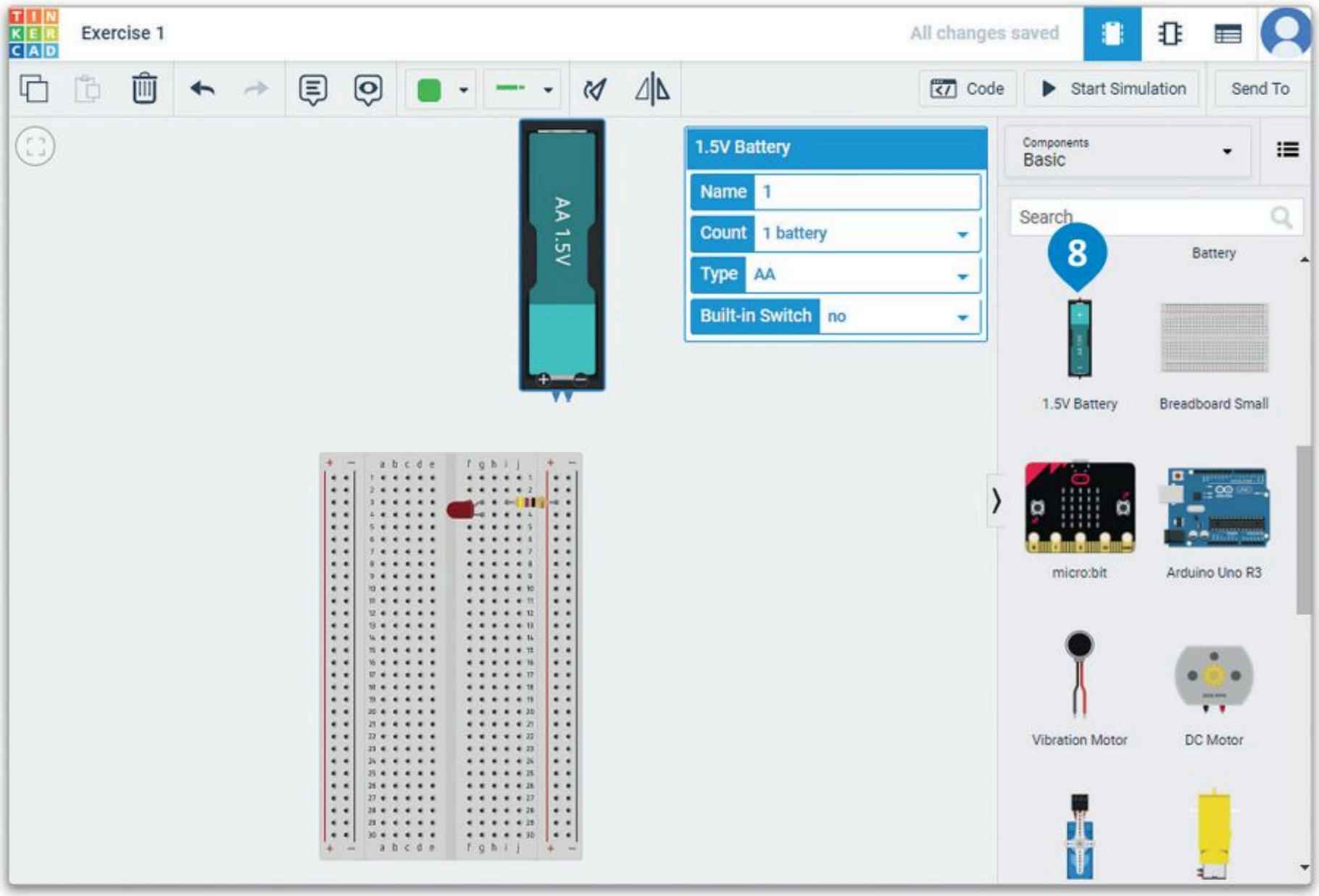
بعد إجراء محاكاة للدائرة واختبار أن جميع المكونات تعمل كما هو متوقع. يمكنك تنفيذ الدائرة بمُكونات حقيقية.

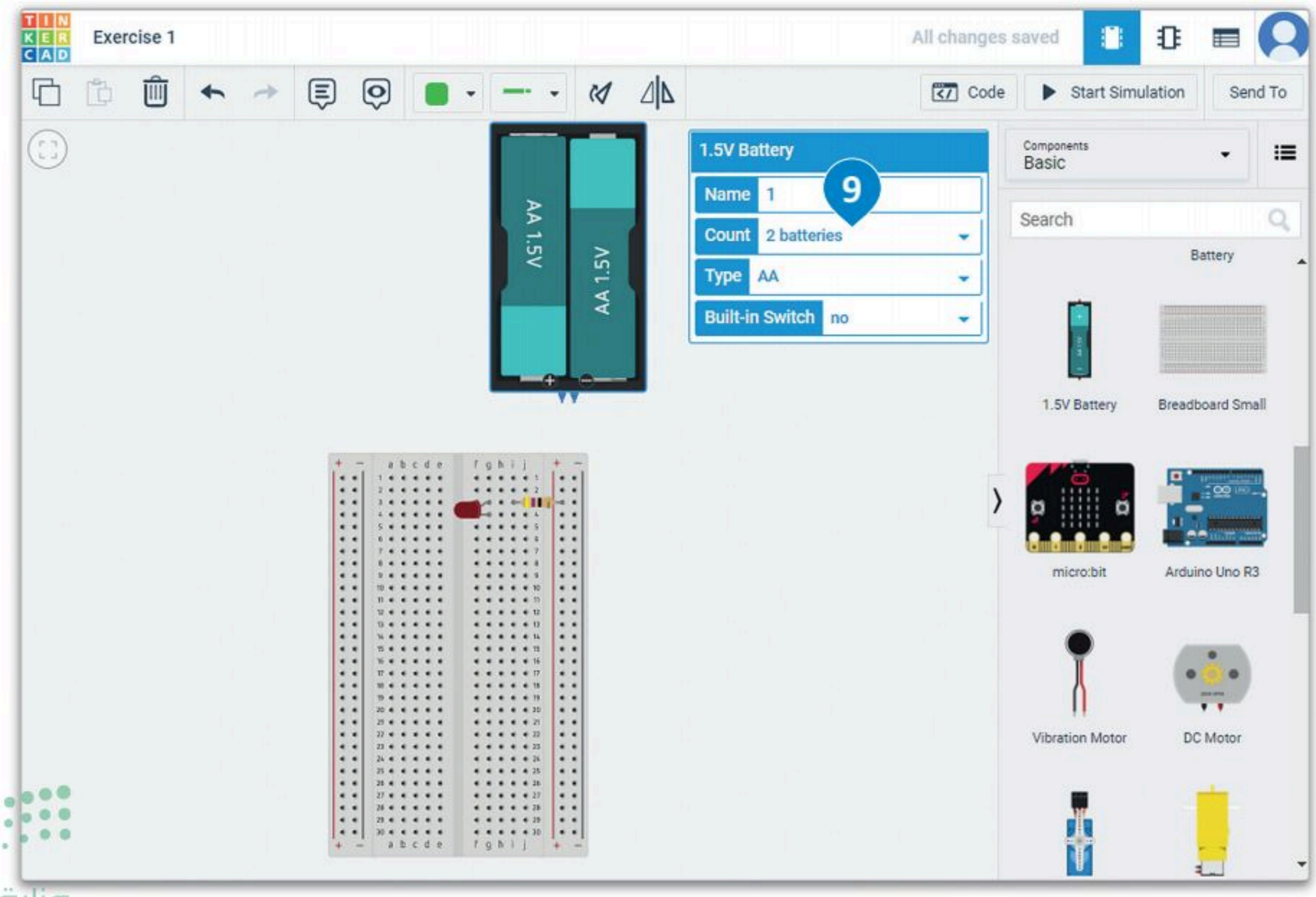
يمكن تنفيذ دائرة عملية على لوحة توصيل الدوائر لإنشاء نموذج أولي للعرض.

أهم ميزة لإنشاء الدائرة على لوحة توصيل الدوائر هي إمكانية إجراء التعديلات بسهولة على الدائرة دون الحاجة لاستخدام اللحام، ورغم ذلك فإن التوصيلات على لوحة توصيل الدوائر يمكنها الإفلات بسهولة، كما يصعب العثور على التوصيلات غير الثابتة عندما تكون الدائرة معقدة.

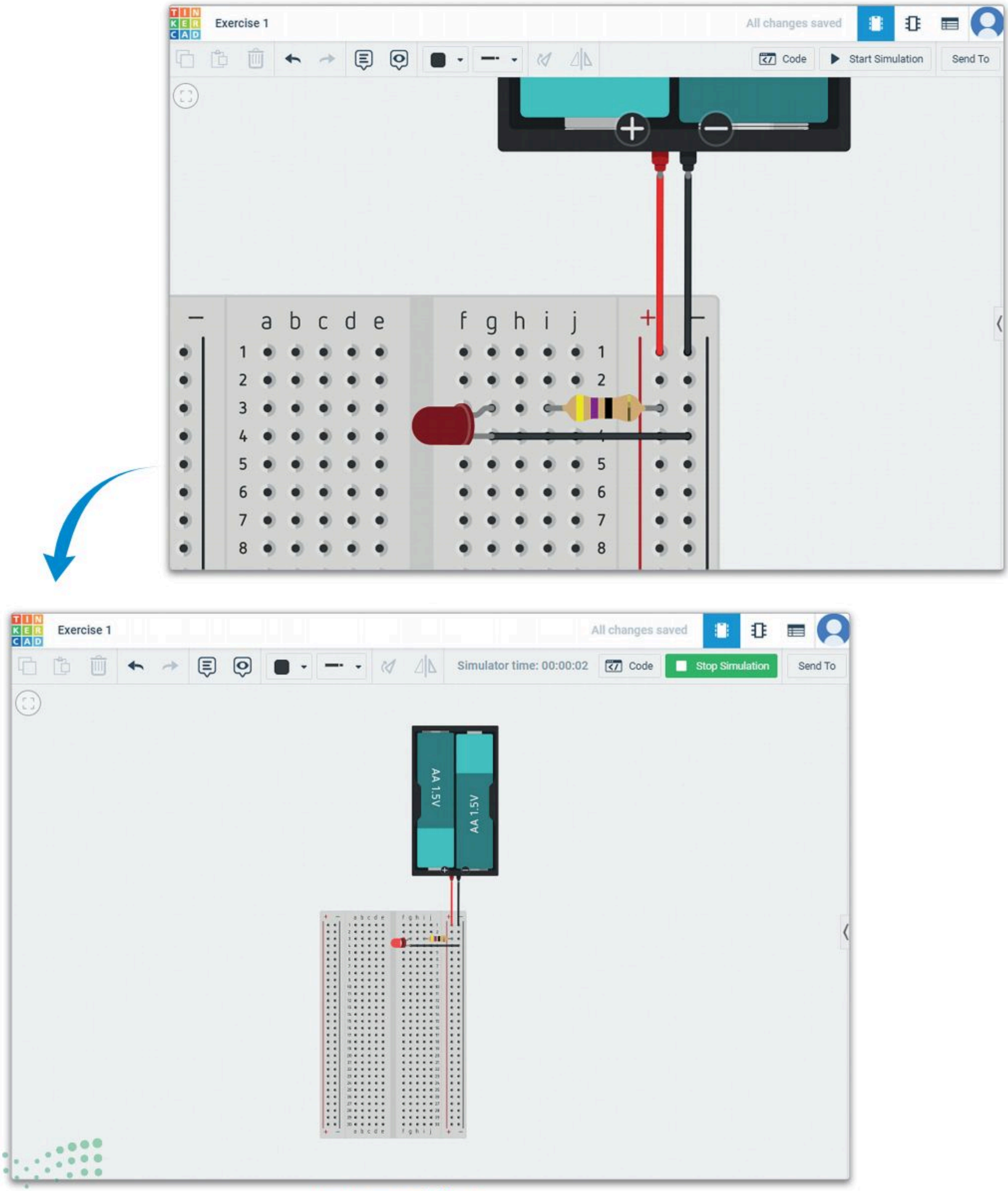








تابع العمل بتوصيل مُكونات الدائرة، ثم ابدأ المحاكاة.



شكل 4.25: إنشاء دائرة جديدة

استخدام جهاز الملتميتر Using a Multimeter

الآن وبعد أن أصبح لديك دائرة تعمل بصورة صحيحة، يمكنك إجراء بعض القياسات باستخدام جهاز الملتميتر الافتراضي داخل دوائر تينكركاد. لاحظ أن جهاز الملتميتر يتضمن ثلاثة أوضاع، حيث يعمل بشكل افتراضي كجهاز فولتميتر يُستخدم لقياس فرق الجهد عبر المُكونات المختلفة في الدائرة. يمكن تغيير وضع جهاز الملتميتر بسهولة وذلك بالضغط عليه لفتح لوحة المعاينة واختيار وضع مختلف. يمكن تغيير الوضع الحالي للجهاز ليعمل كمقياس للتيار (أميتر)، مما يسمح لك بقراءة التيار المار عبر نقاط معينة في الدائرة. ولقياس قيمة المقاومة، فيُستخدم كأوميتر، مما يسمح بقراءة قيم المقاومة بين نقاط معينة في الدائرة.

لقراءة فرق الجهد:

> من لوحة Components (المُكونات)، اضغط على 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، 1 وضعها في مساحة العمل. 2

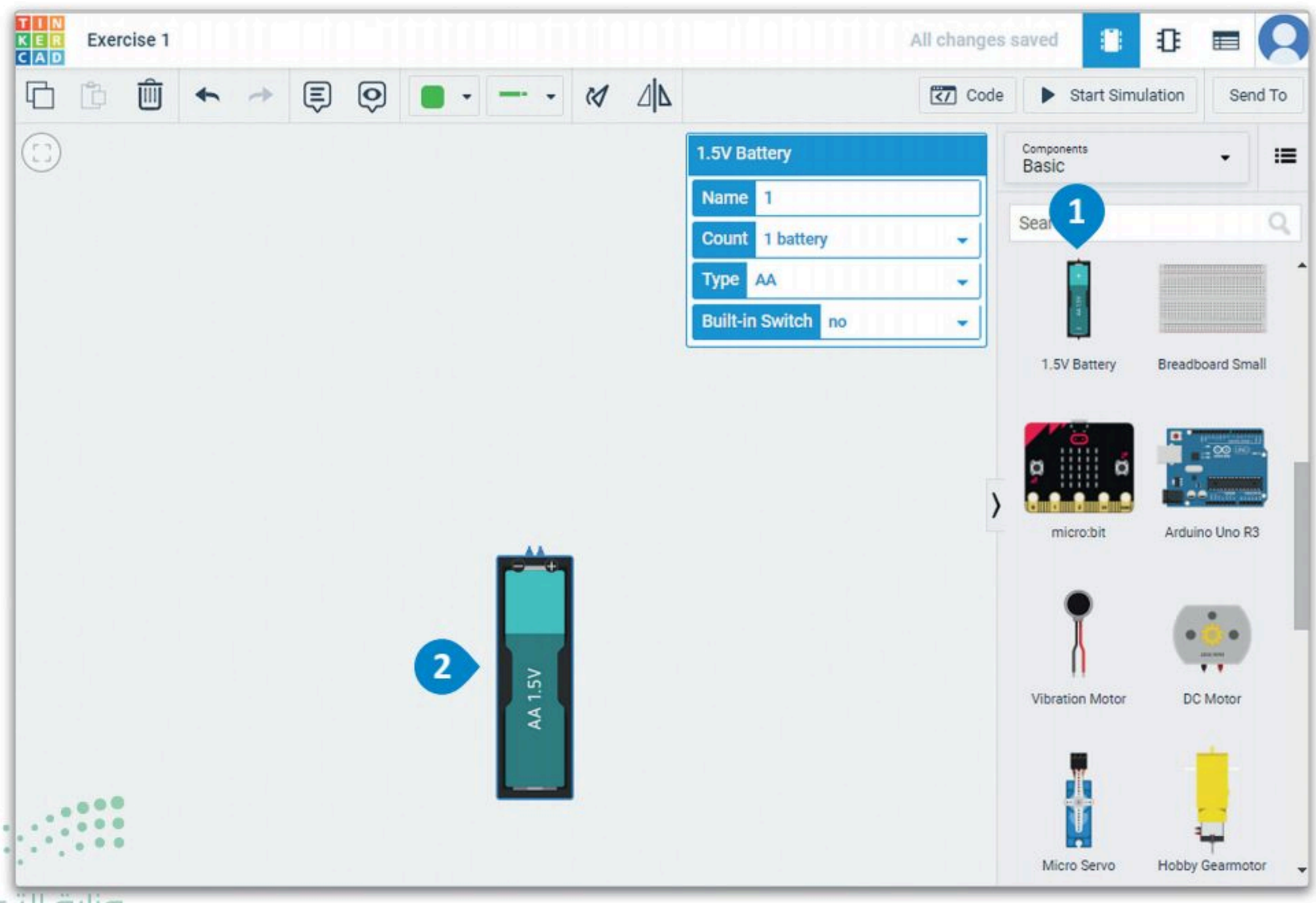
> من لوحة معاينة **بطارية 1.5 فولت**، اضبط Count (العد) على 2 batteries (بطاريتين) لتزويد الدائرة بمصدر 3 فولت. 3

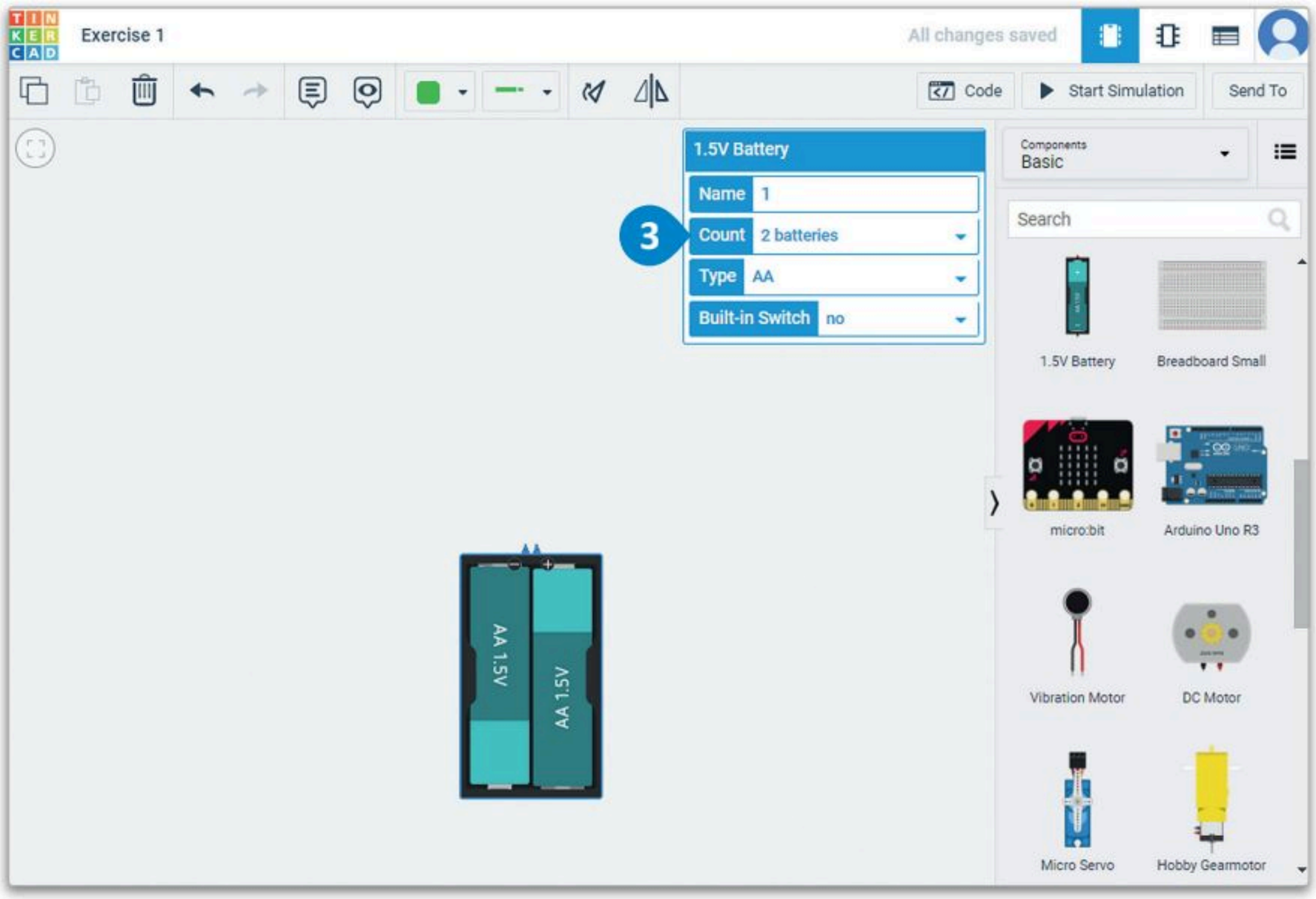
> من لوحة Components (المُكونات)، 4 ضع جهاز Multimeter (ملتميتر) في مساحة العمل. 5

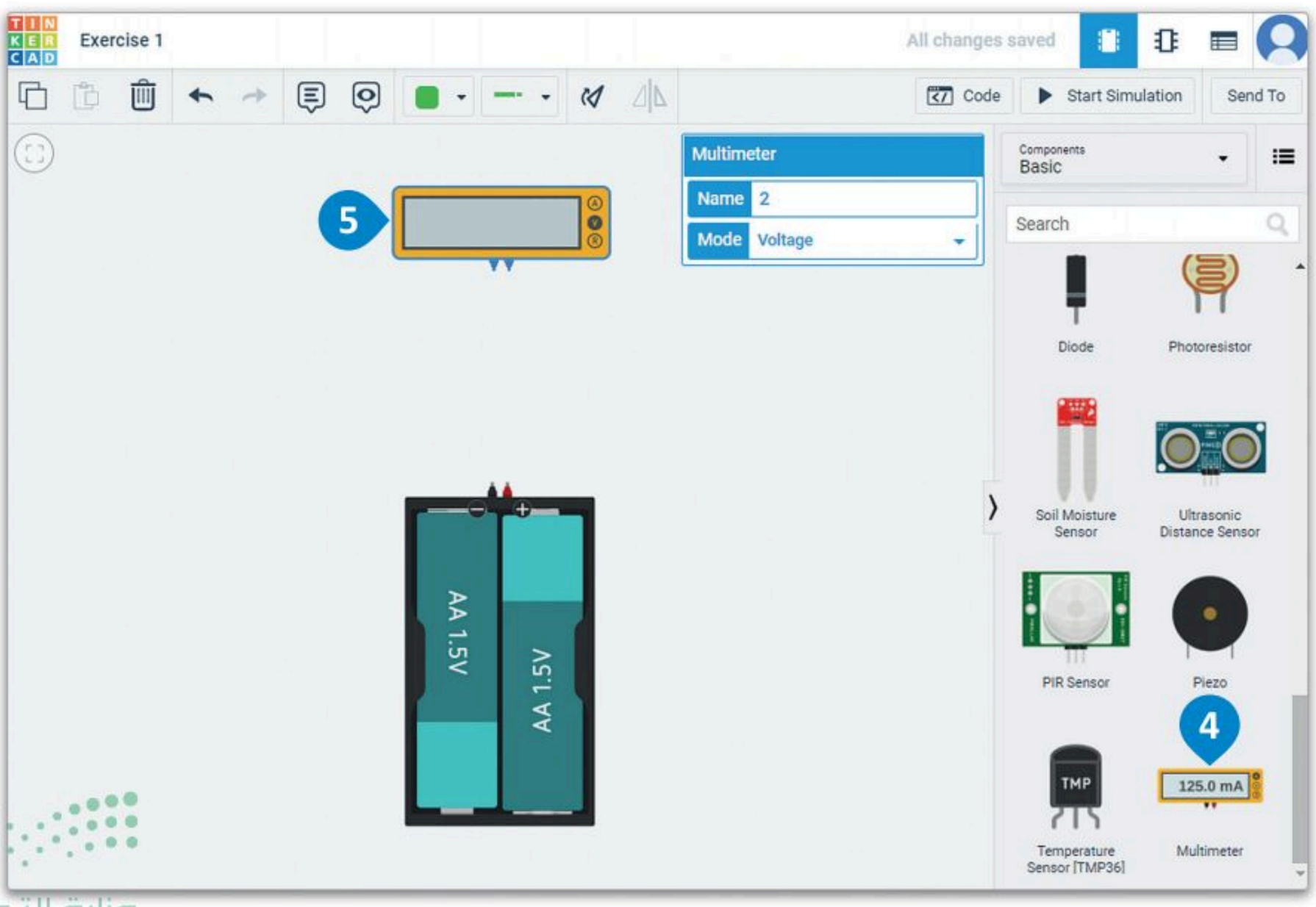
> وصِّل الدائرة الكهربائية. 6

> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). 7

استخدم أداة الملاحظات (Notes) من شريط الأدوات الرئيس لإضافة تعليقات توضيحية إلى التصميم. ستظهر نفس الأيقونة في التصميم ويمكنك سحبها وإفلاتها في أي مُكون تريد إضافة تعليق عليه. عند الضغط على العنصر في التصميم، سيظهر التعليق التوضيحي ويطلب منك كتابة ملاحظتك.







شكل 4.26: قراءة فرق الجهد

ستقرأ قيمة فرق الجهد عبر نقاط مختلفة في الدائرة. لتبدأ بقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة.

لقياس فرق الجهد عبر طرفي المقاومة:

> من لوحة Components (المُكونات)، اضغط على 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت)، وضعها في مساحة العمل. 1

> من لوحة معاينة **بطارية 1.5 فولت**، اضبط Count (العد) على 2 batteries (بطاريتين) لتزويد الدائرة بمصدر 3 فولت. 2

> من لوحة Components (المُكونات)، ضع Multimeter (ملتميتر) في مساحة العمل، 3 وقم بتدويره. 4

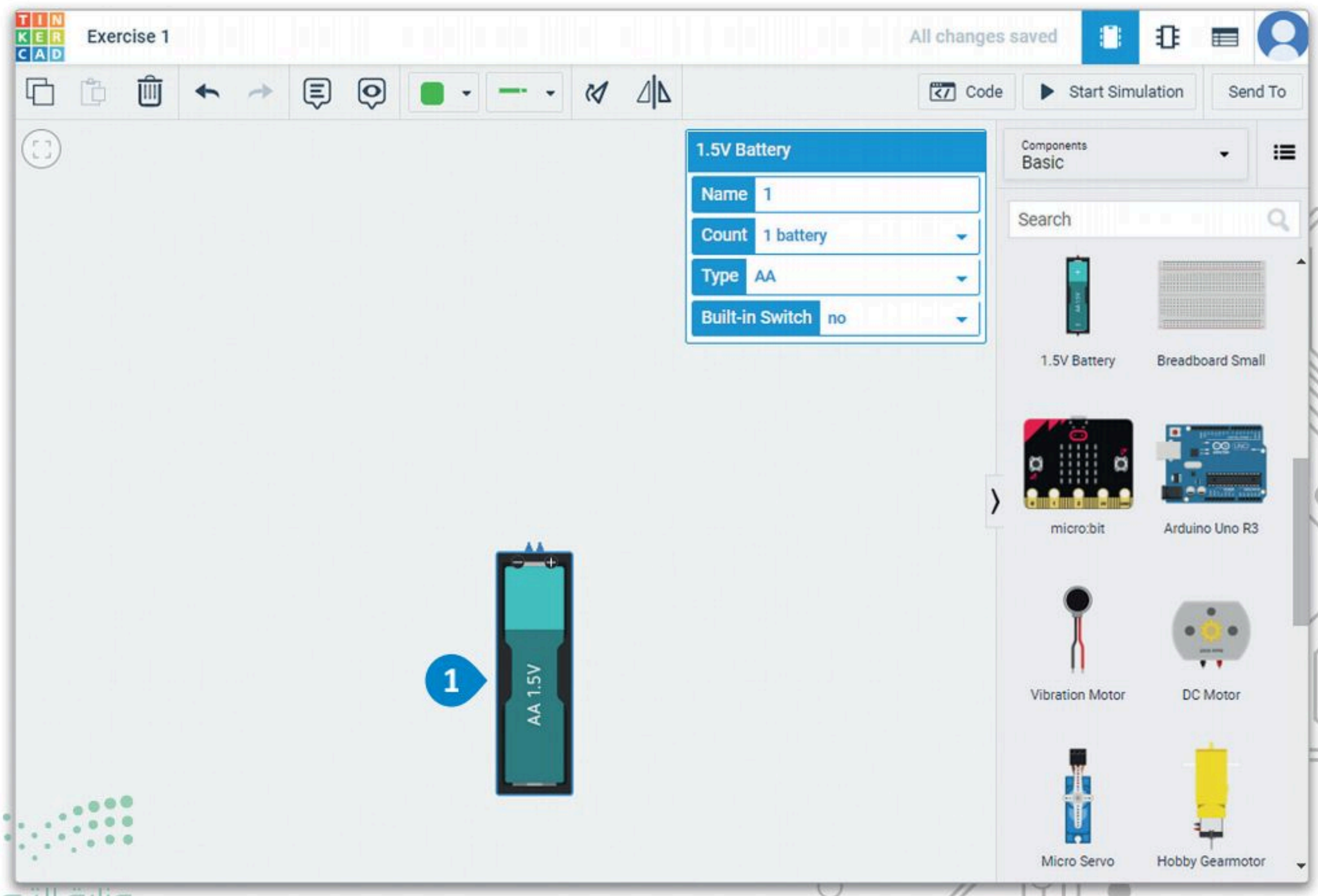
> من لوحة Components (المُكونات)، ضع Resistor (مقاومة) في مساحة العمل. 5

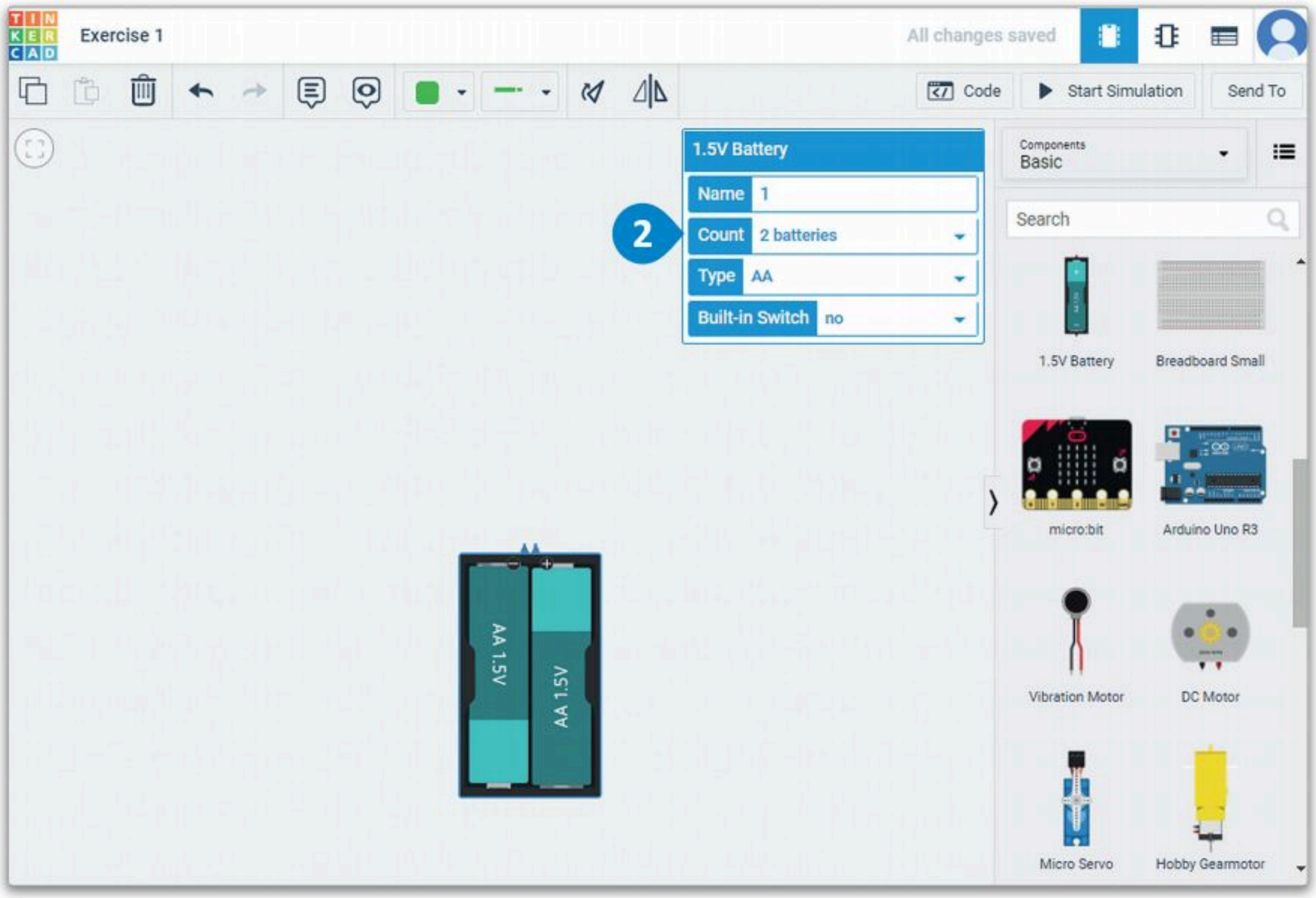
> من لوحة **معاينة المقاومة**، اضبط قيمتها على **47Ω**. 6

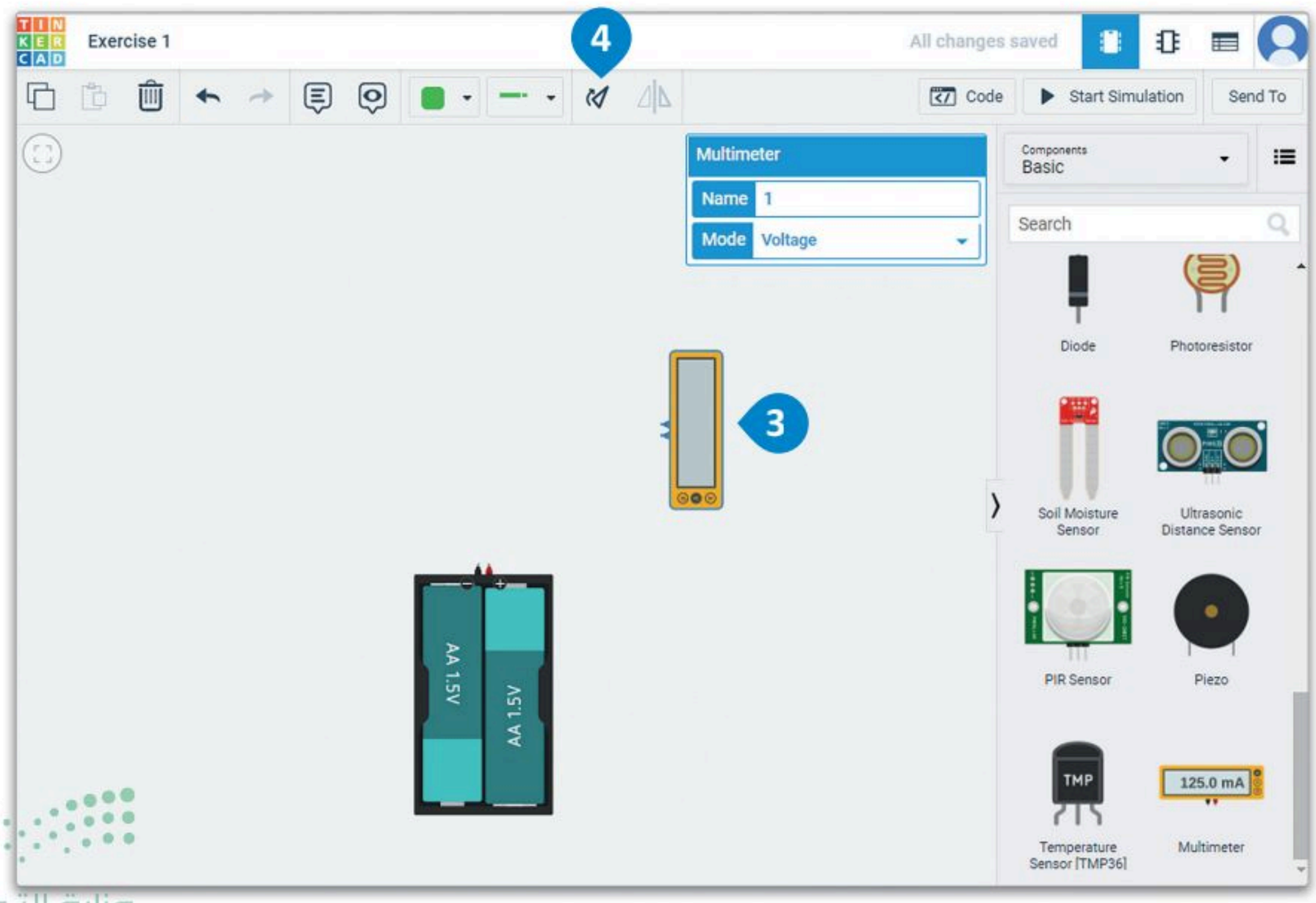
> من لوحة Components (المُكونات)، ضع LED (الدايود المشع للضوء) في مساحة العمل. 7

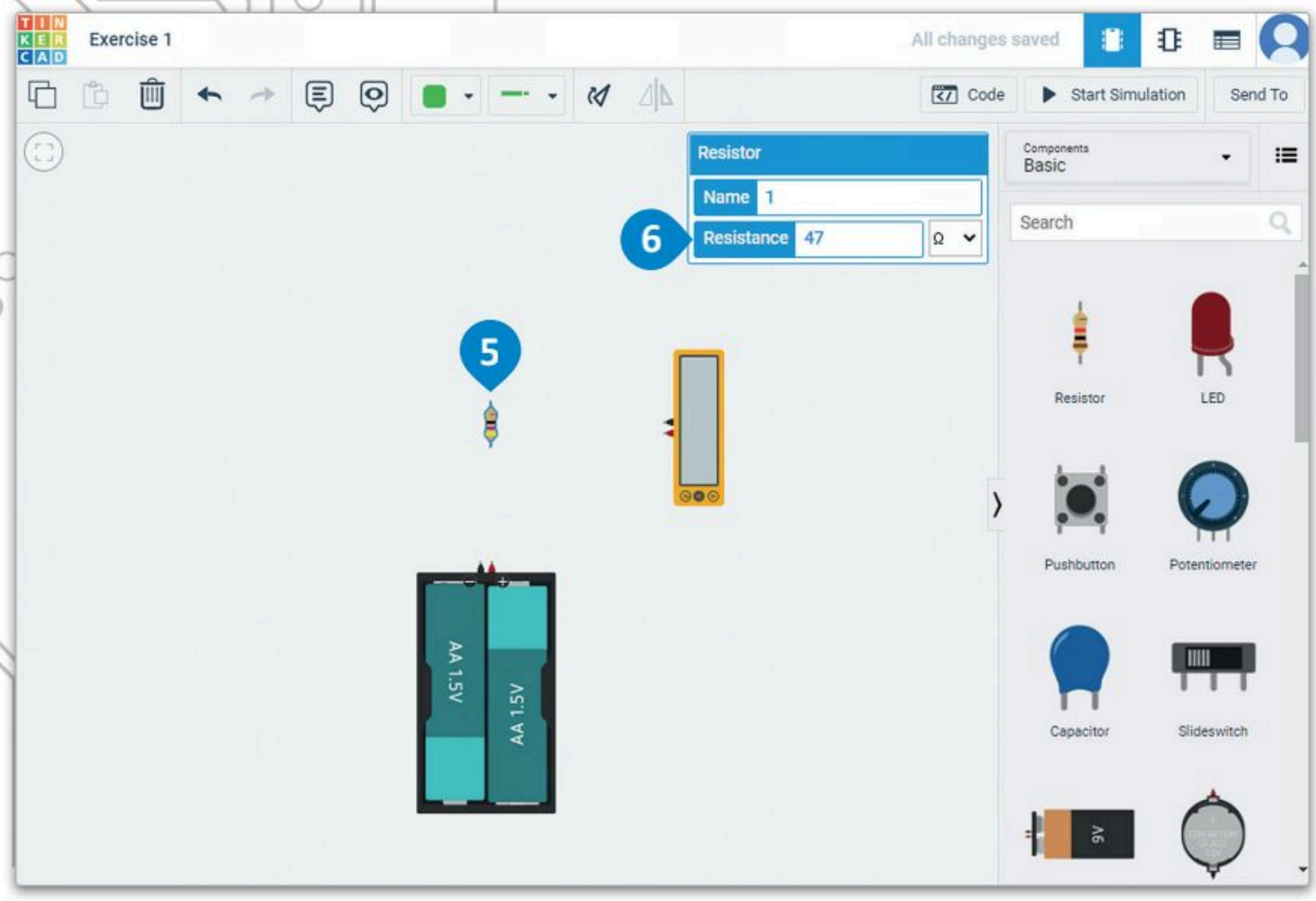
> وصِّل الدائرة الكهربائية. 8

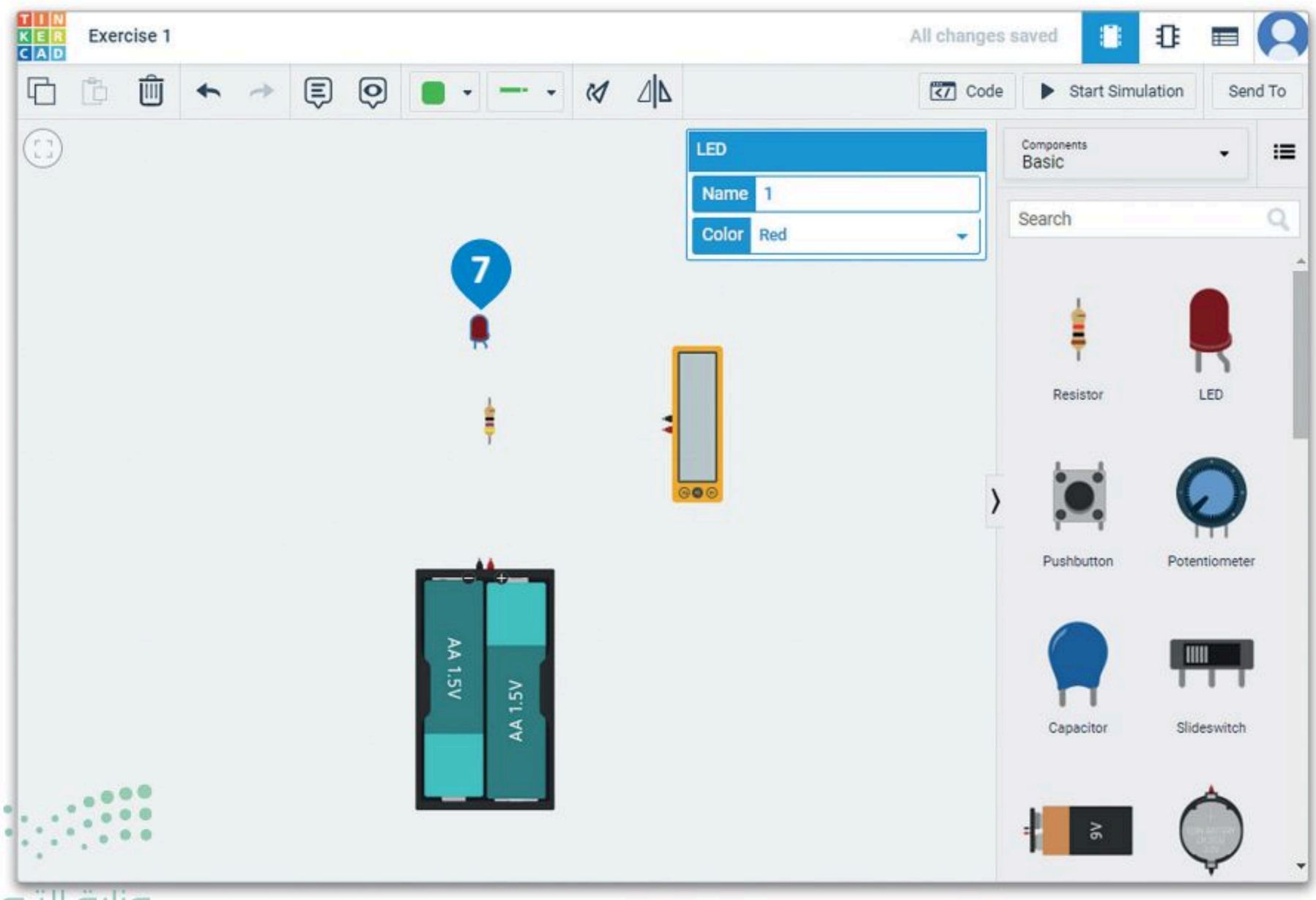
> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). 9

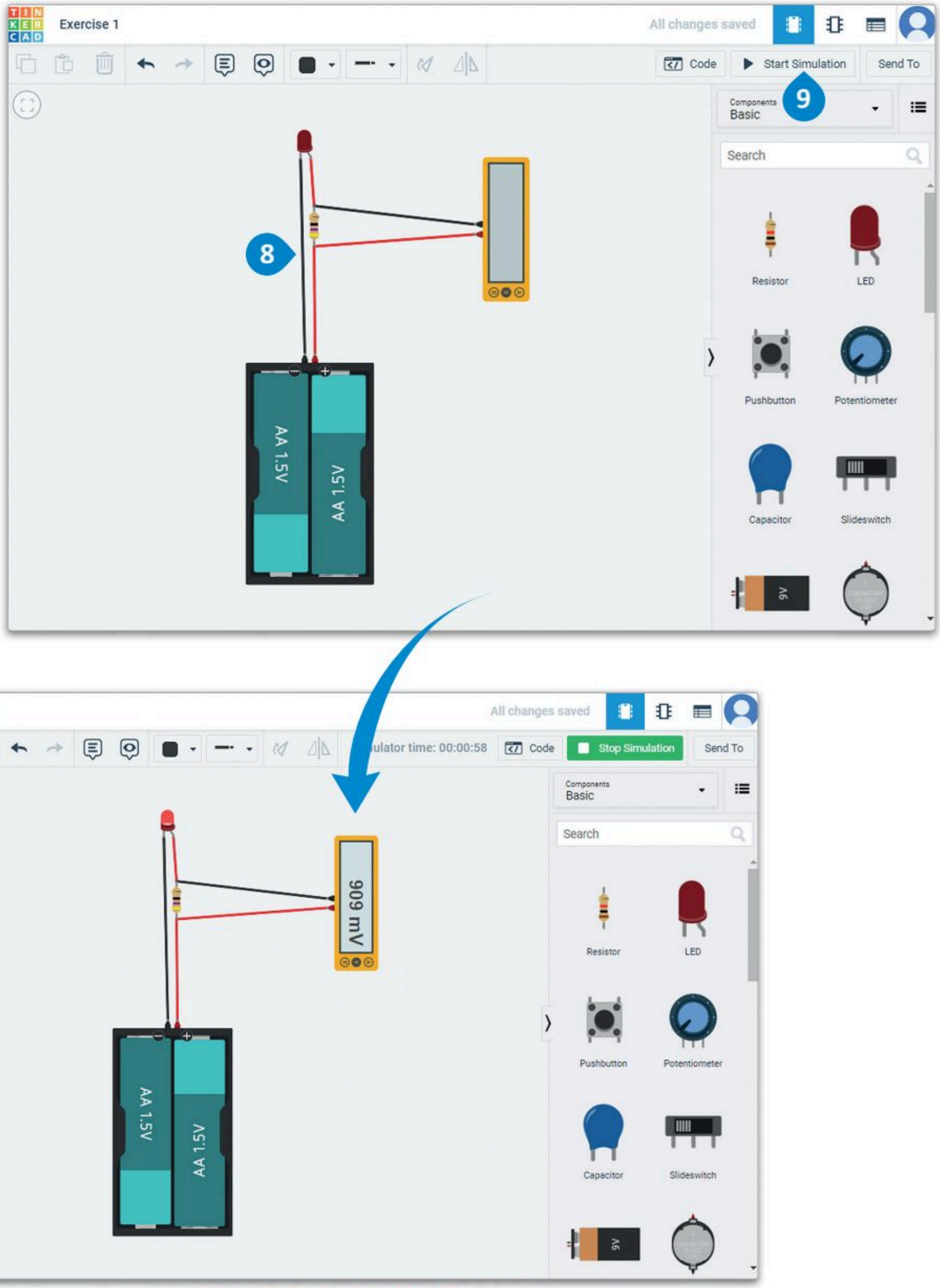



Exercise 1
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
1.5V Battery
Name 1
2
Count 2 batteries
Type AA
Built-in Switch no
Components
Basic
Search
1.5V Battery
Breadboard Small
micro:bit
Arduino Uno R3
Vibration Motor
DC Motor
Micro Servo
Hobby Gearmotor
AA 1.5V
AA 1.5V


Exercise 1
4
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
Multimeter
Name 1
Mode Voltage
Components
Basic
Search
Diode
Photoresistor
3
Soil Moisture Sensor
Ultrasonic Distance Sensor
PIR Sensor
Piezo
TMP
125.0 mA
Temperature Sensor [TMP36]
Multimeter
AA 1.5V
AA 1.5V







شكل 4.27: قياس فرق الجهد عبر طرفي المقاومة

لقياس فرق الجهد عند مصعد ومهبط الدايود المشع للضوء:

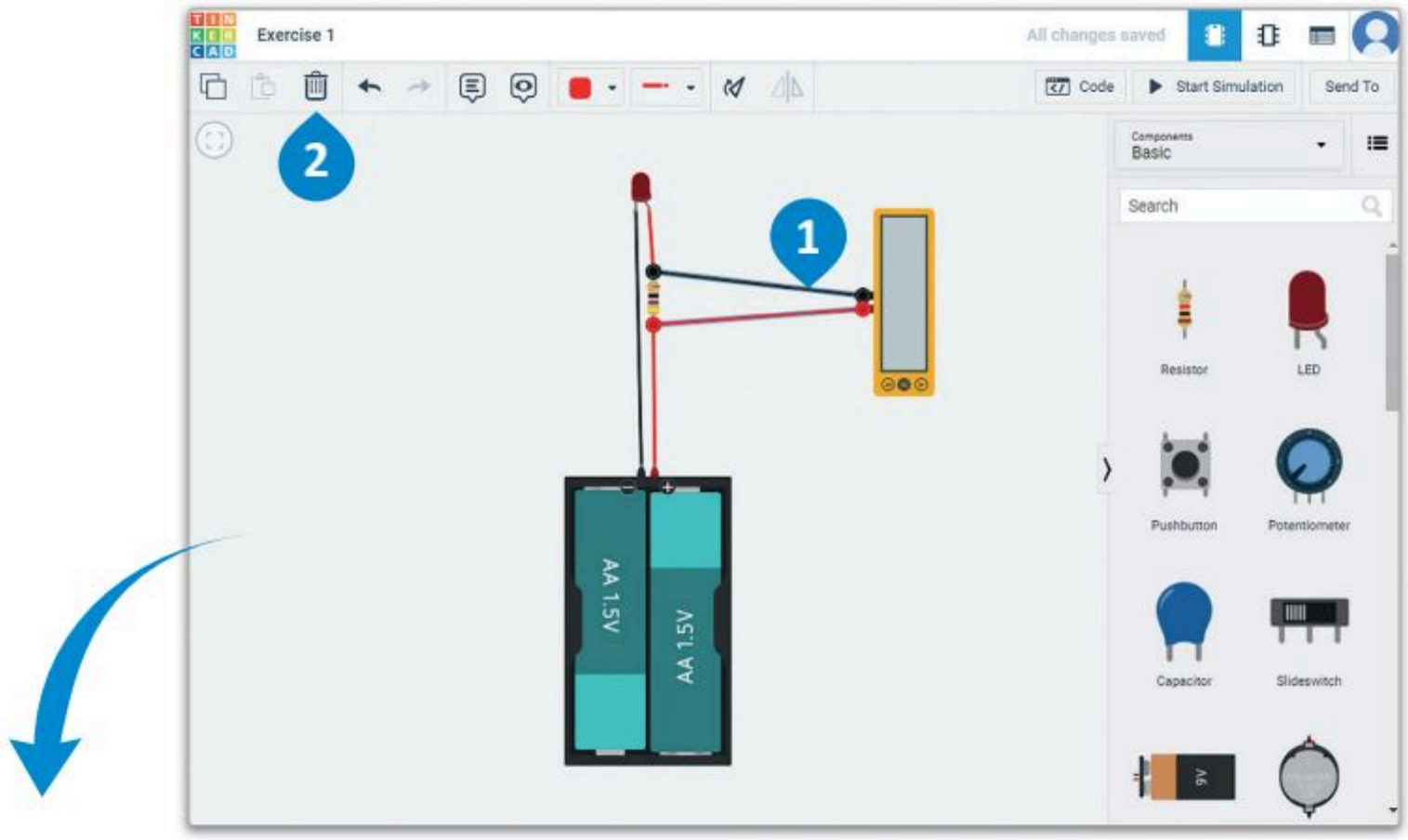
> حدِّد **الأسلاك** الخاصة بالملتميتر باستخدام مفتاح **Shift** والضغط عليها، (1) ثم اضغط على أمر Delete (حذف). (2)

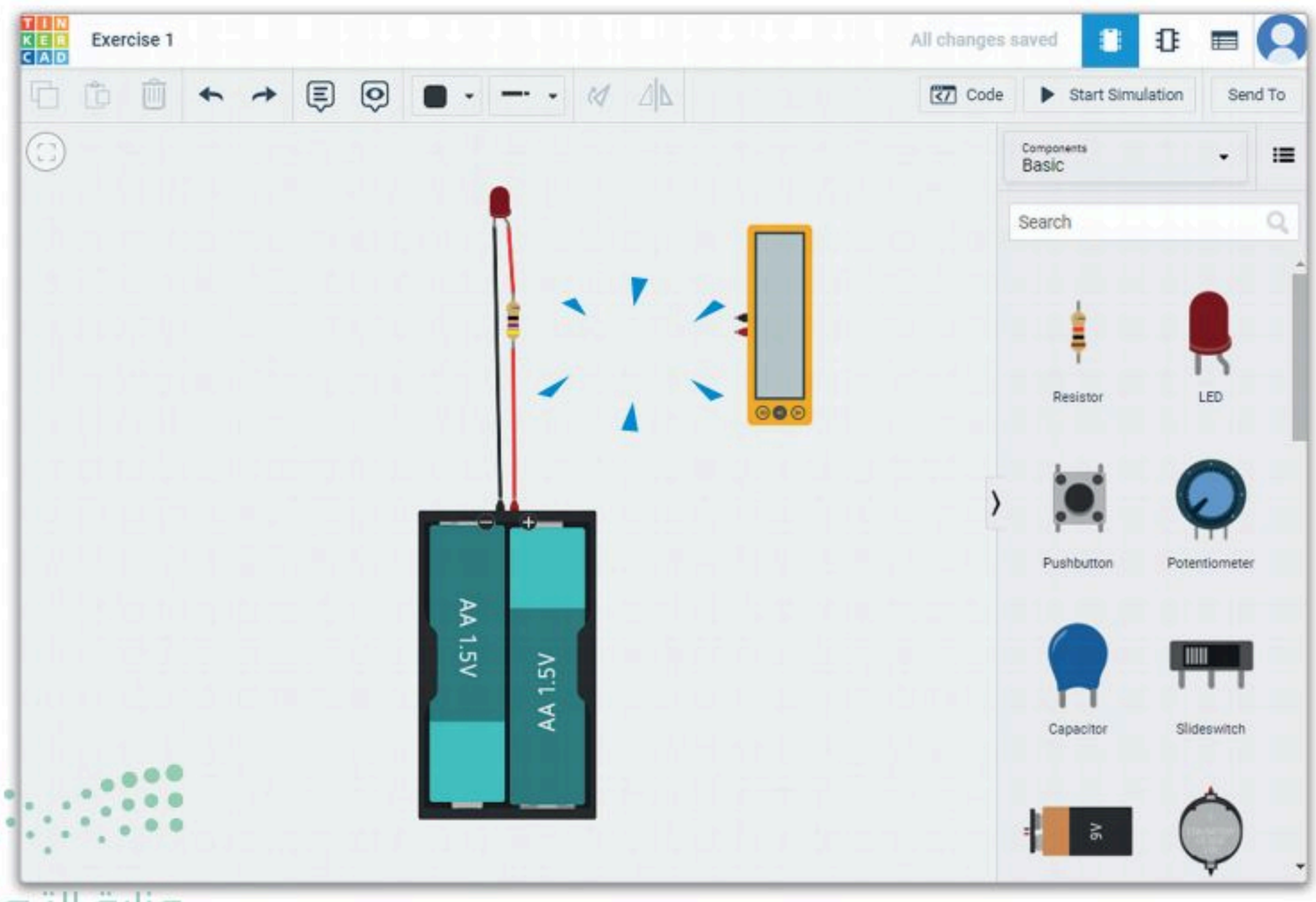
> اضغط على Multimeter (ملتميتر) لتحديده، (3) ثم اضغط على أداة Rotate (التدوير) ست مرات. (4)

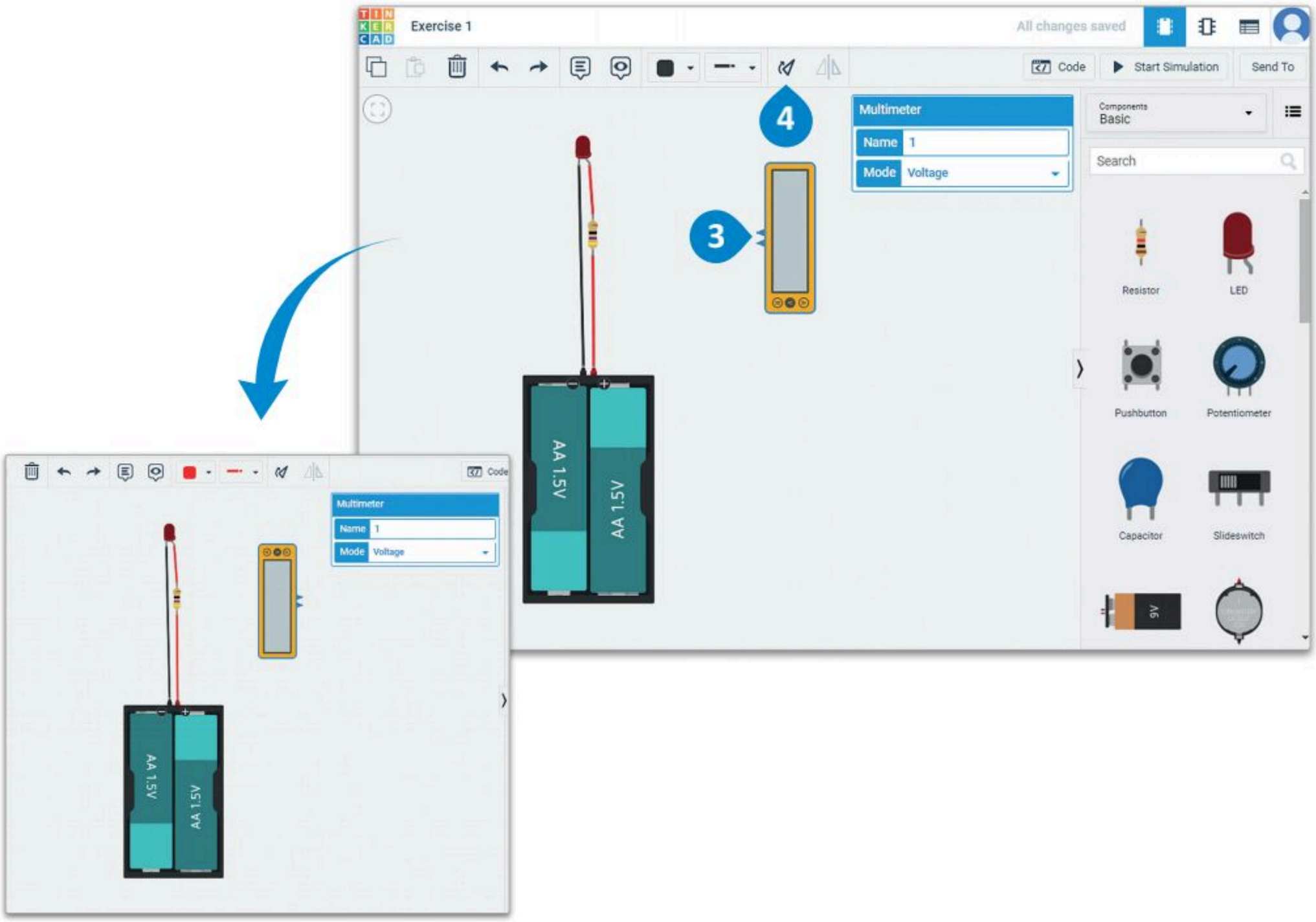
> انقل Multimeter (ملتميتر) باستخدام طريقة السحب والإفلات. (5)

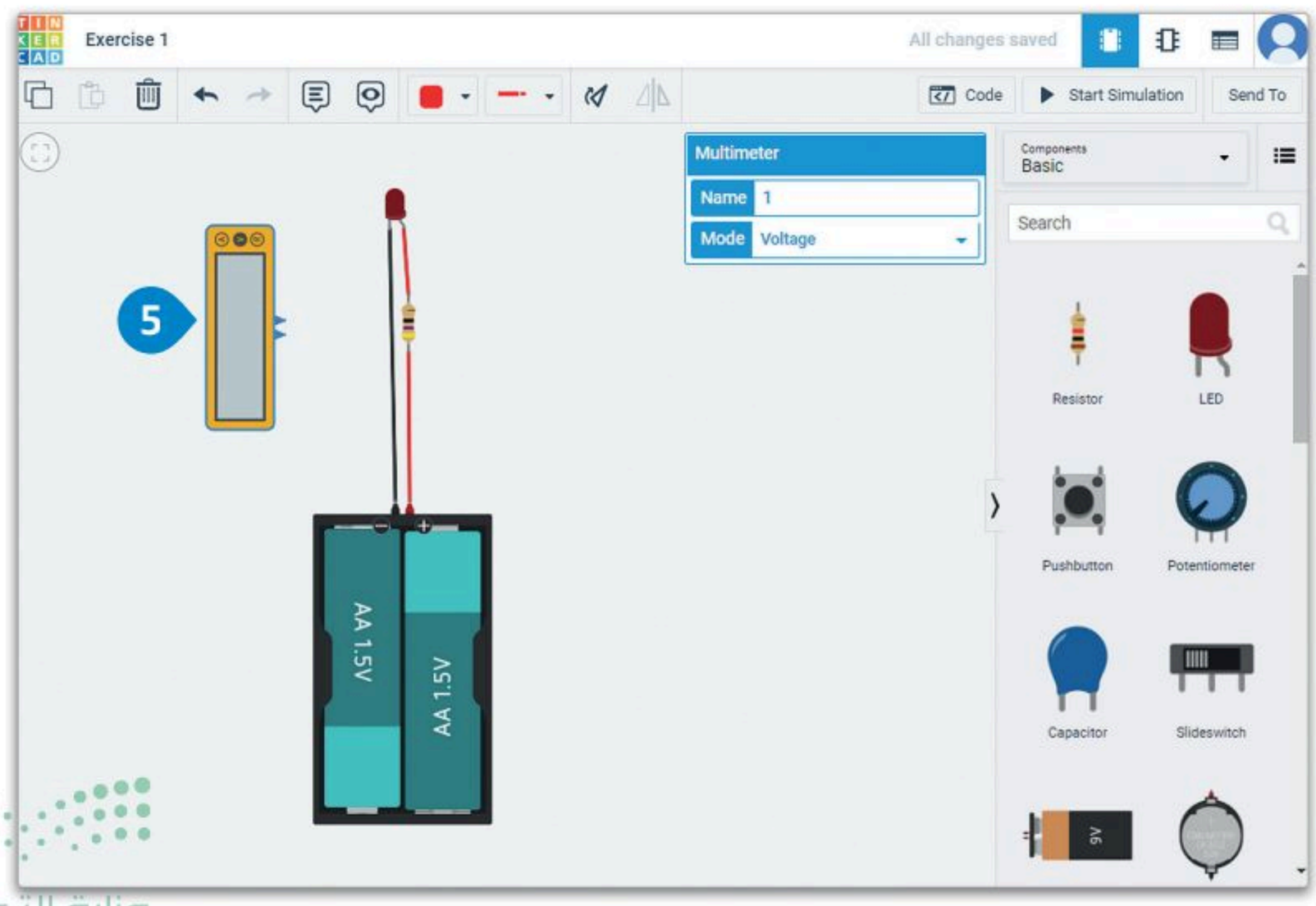
> وصِّل Multimeter (ملتميتر) بالقطب الموجب والسالب للدايود المشع للضوء. (6)

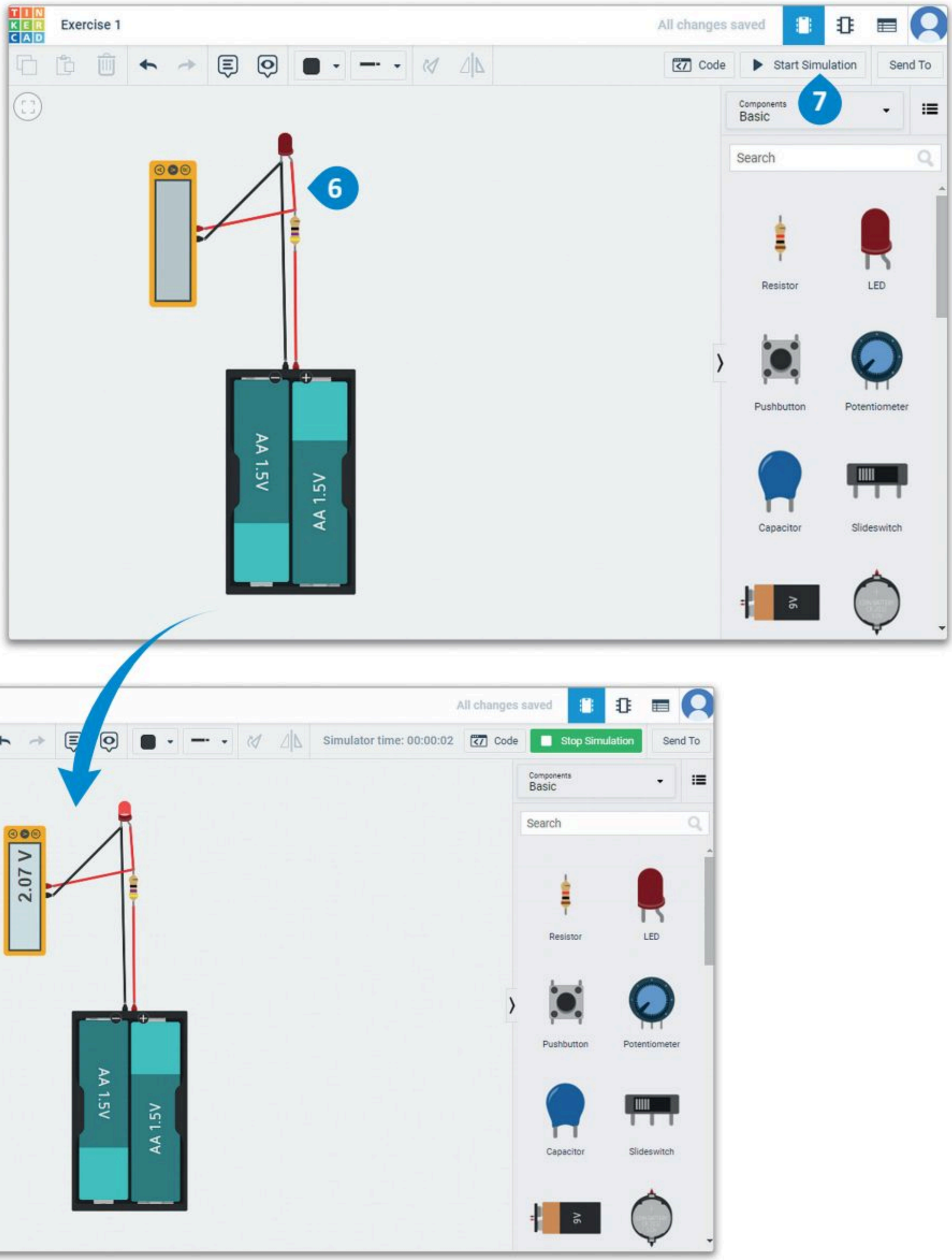
> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). (7)






Exercise 1
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
4
3
Multimeter
Name 1
Mode Voltage
Components
Basic
Search
Resistor
LED
Pushbutton
Potentiometer
Capacitor
Slideswitch
9V
AA 1.5V
AA 1.5V


Exercise 1
All changes saved
Code
Start Simulation
Send To
5
Multimeter
Name 1
Mode Voltage
Components
Basic
Search
Resistor
LED
Pushbutton
Potentiometer
Capacitor
Slideswitch
9V
AA 1.5V
AA 1.5V



شكل 4.28: قياس فرق الجهد عند مصعد ومهبط الدايود المشع للضوء

لقياس فرق الجهد عبر طرفي البطارية:

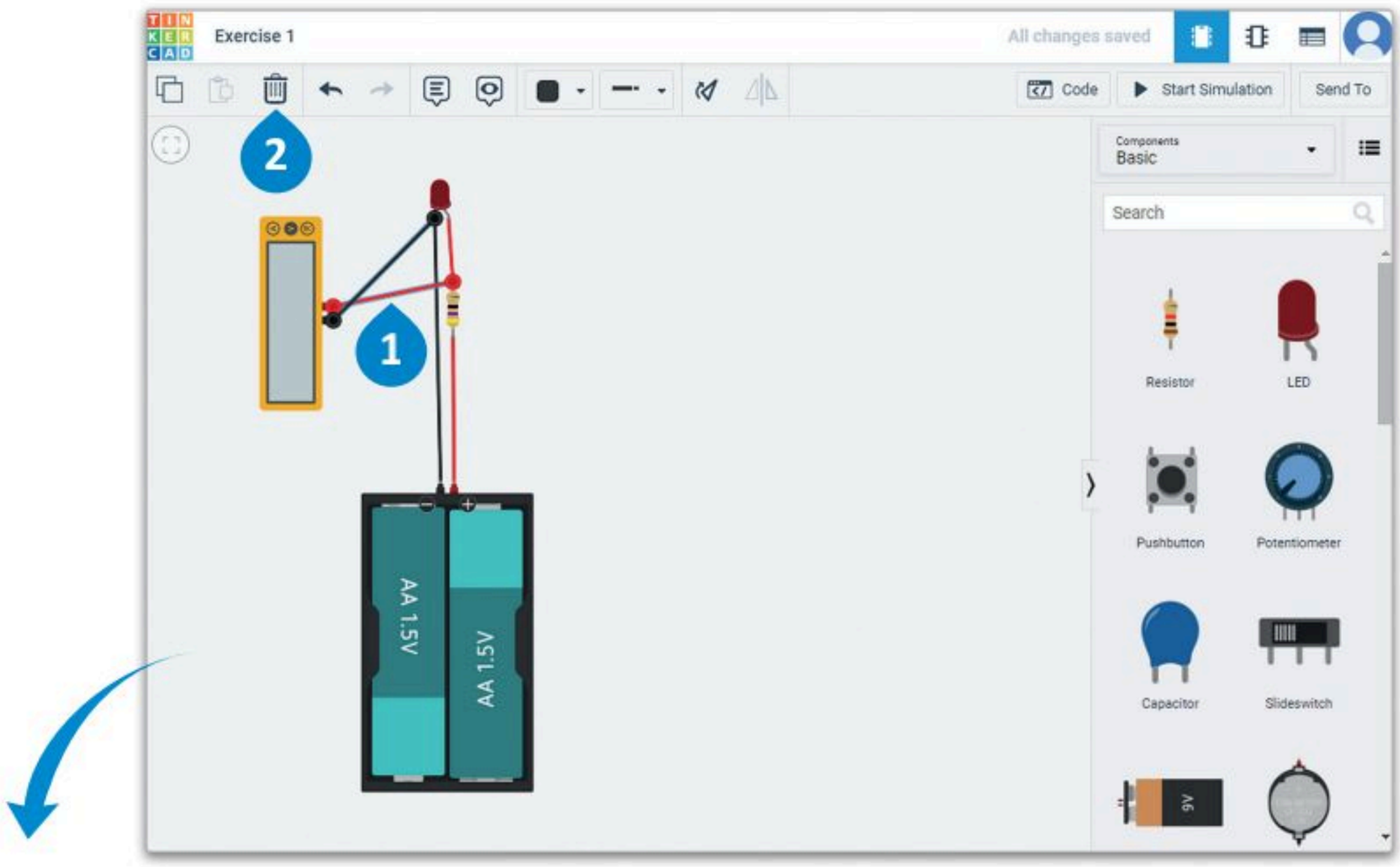
> حدِّد **الأسلاك** الخاصة بالملتميتر باستخدام مفتاح **Shift** والضغط عليها، (1) ثم اضغط على أمر Delete (حذف). (2)

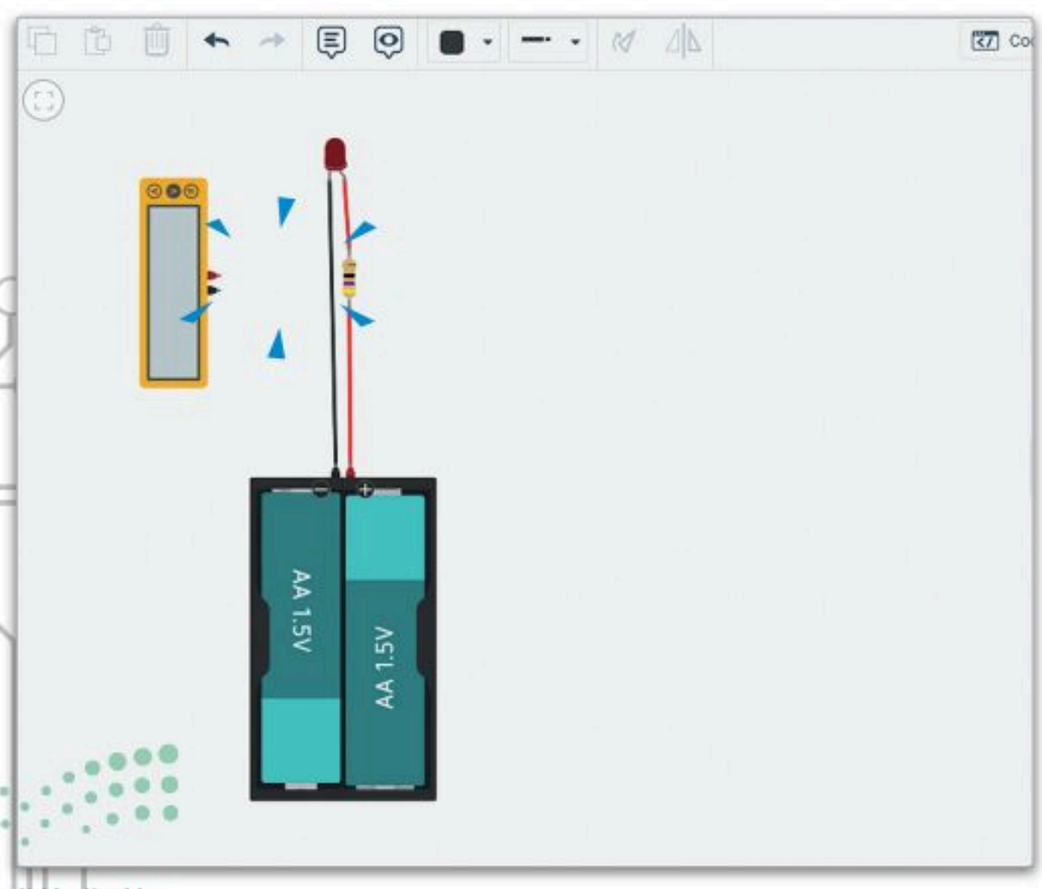
> اضغط على Multimeter (ملتميتر) لتحديده، (3) ثم اضغط على أداة Rotate (التدوير) ثلاث مرات. (4)

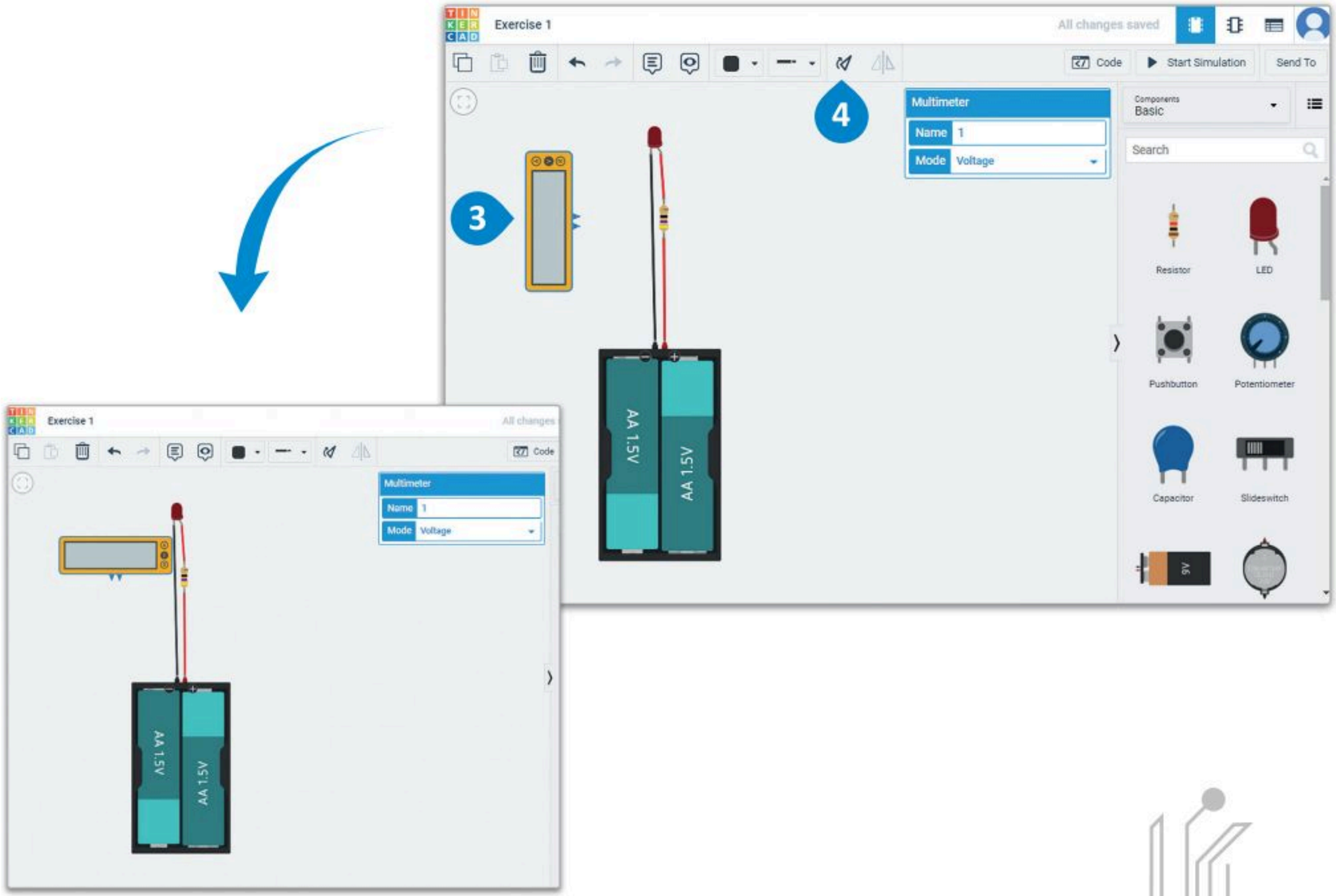
> حرك Multimeter (ملتميتر) باستخدام طريقة السحب والإفلات. (5)

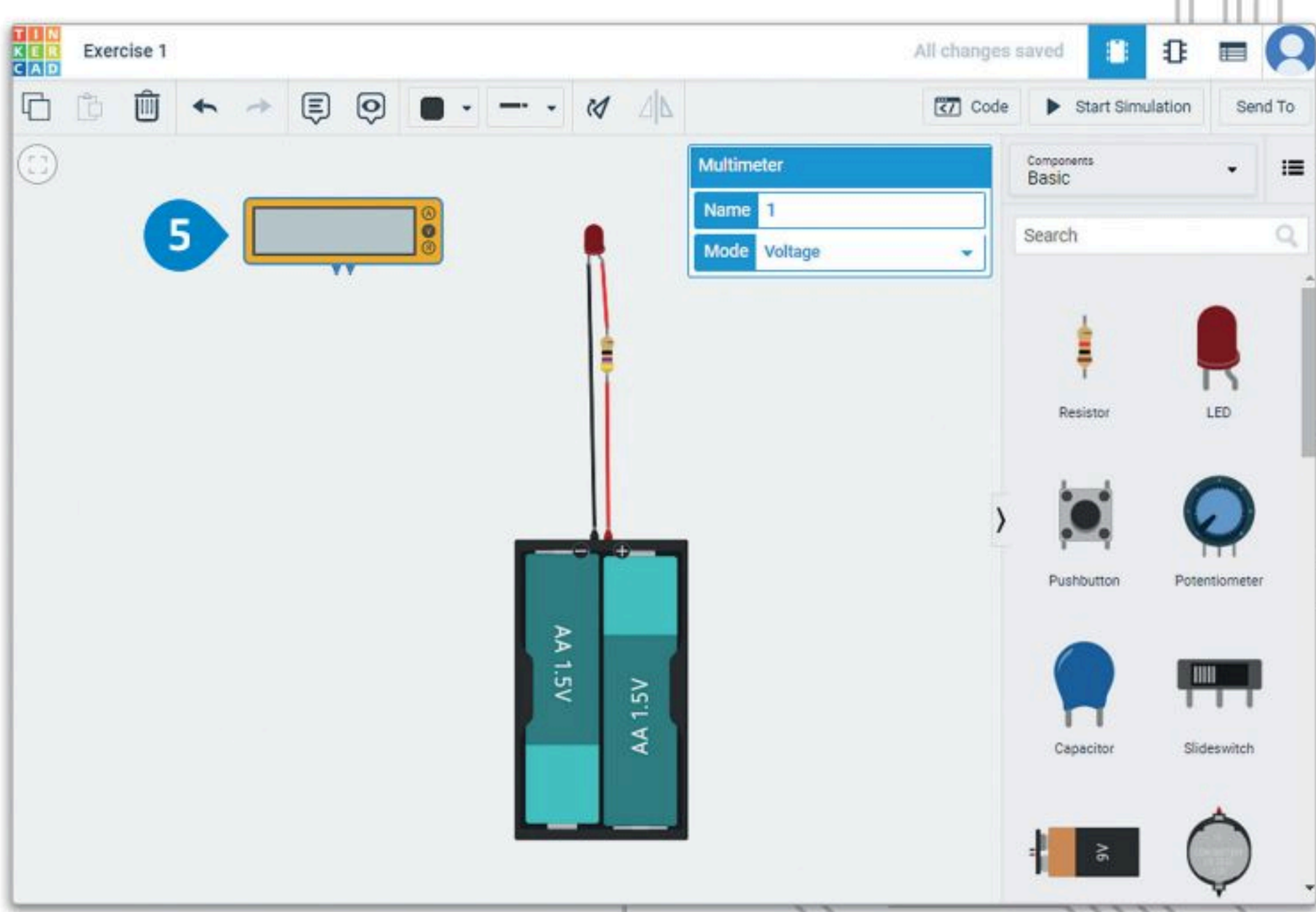
> وصّل Multimeter (ملتميتر) بأطراف البطارية. (6)

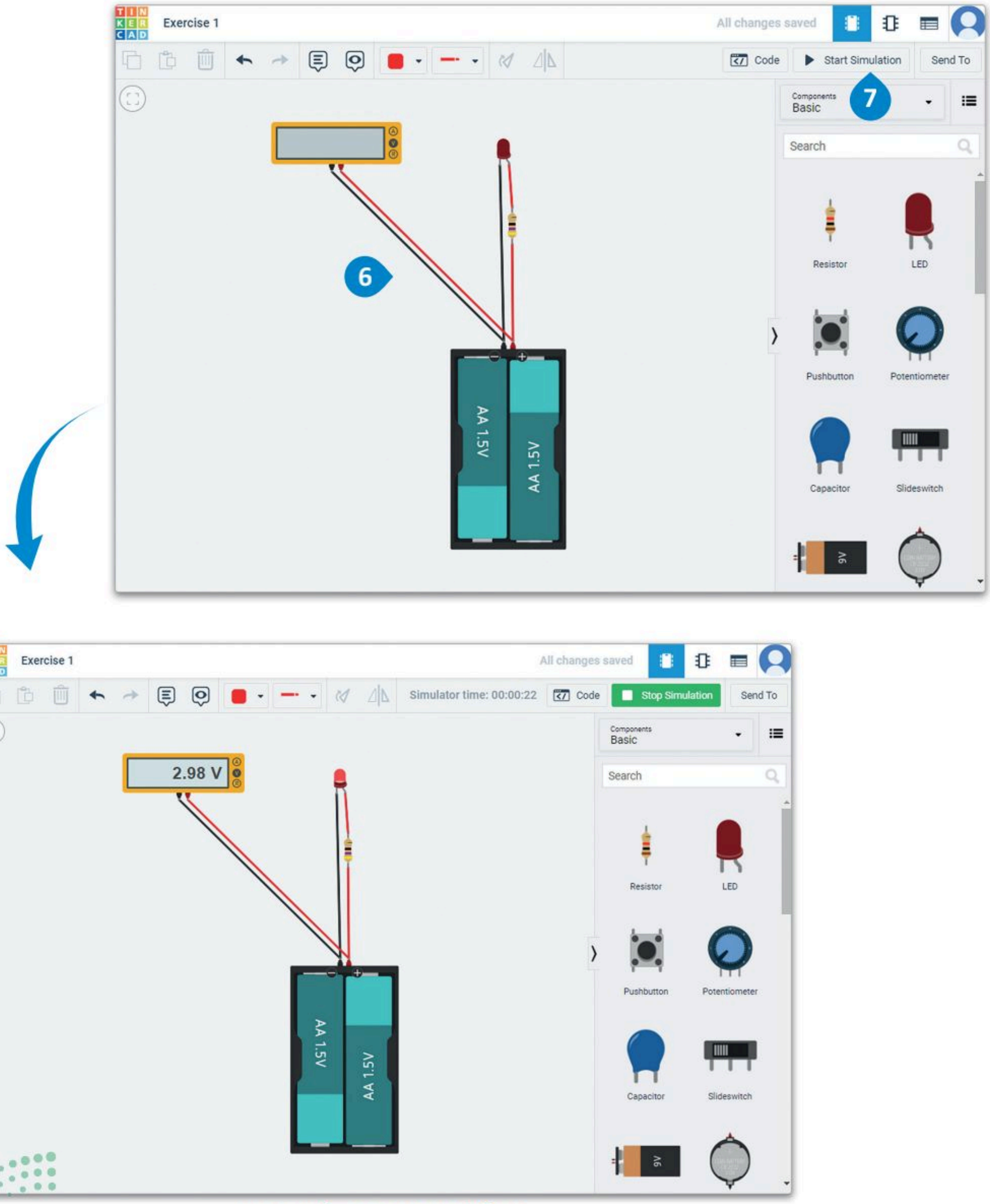
> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). (7)











شكل 4.29: قياس فرق الجهد عبر أطراف البطارية

في الختام، ستستخدم الملتميتر لقياس التيار الكلي داخل الدائرة. لاحظ أن الفولتميتر والأوميتر يجب أن يوصلا بالتوازي مع المُكون الذي يتم قياسه، بينما يجب توصيل أجهزة الملتميتر على التوالي.

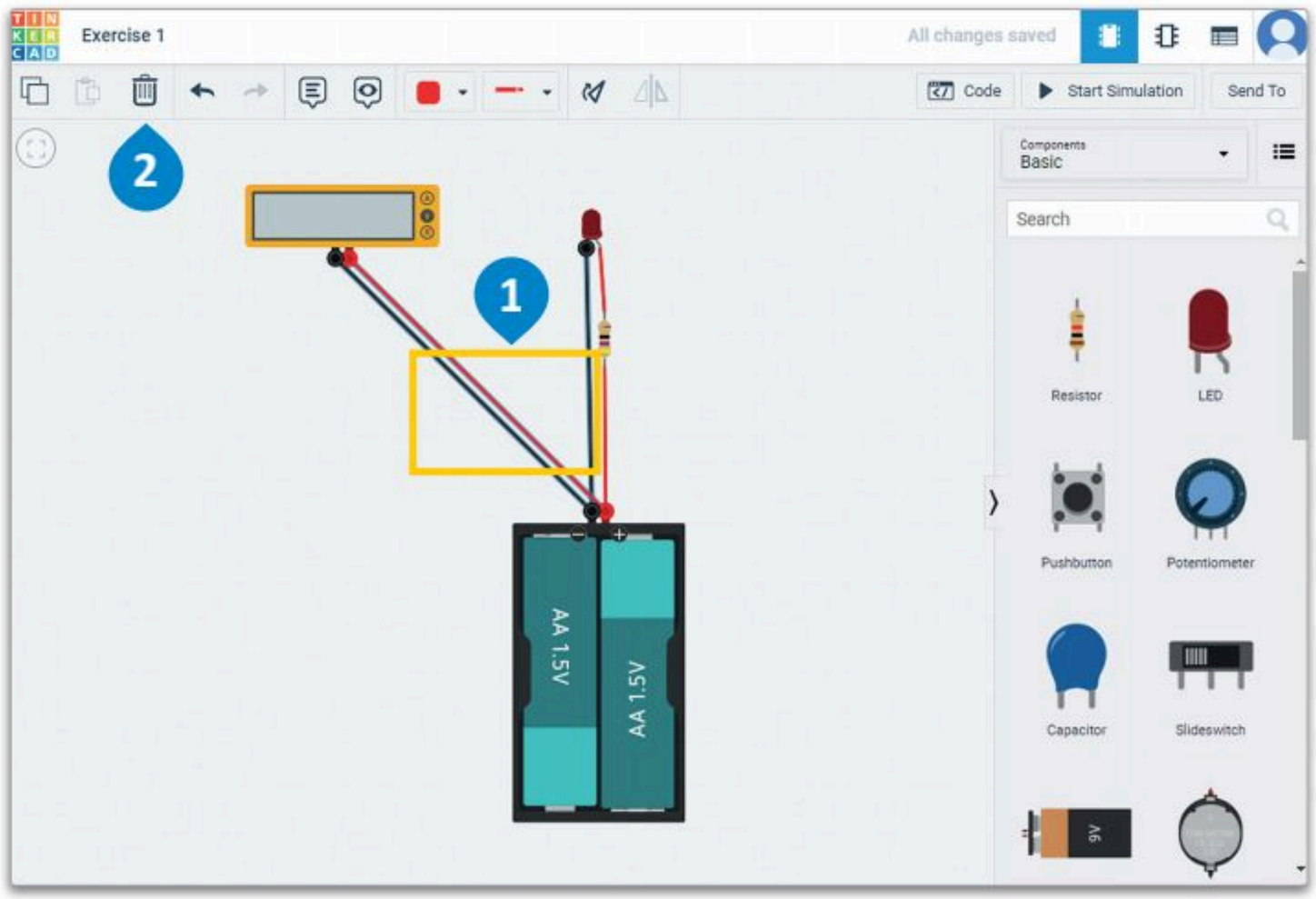
لقياس التيار:

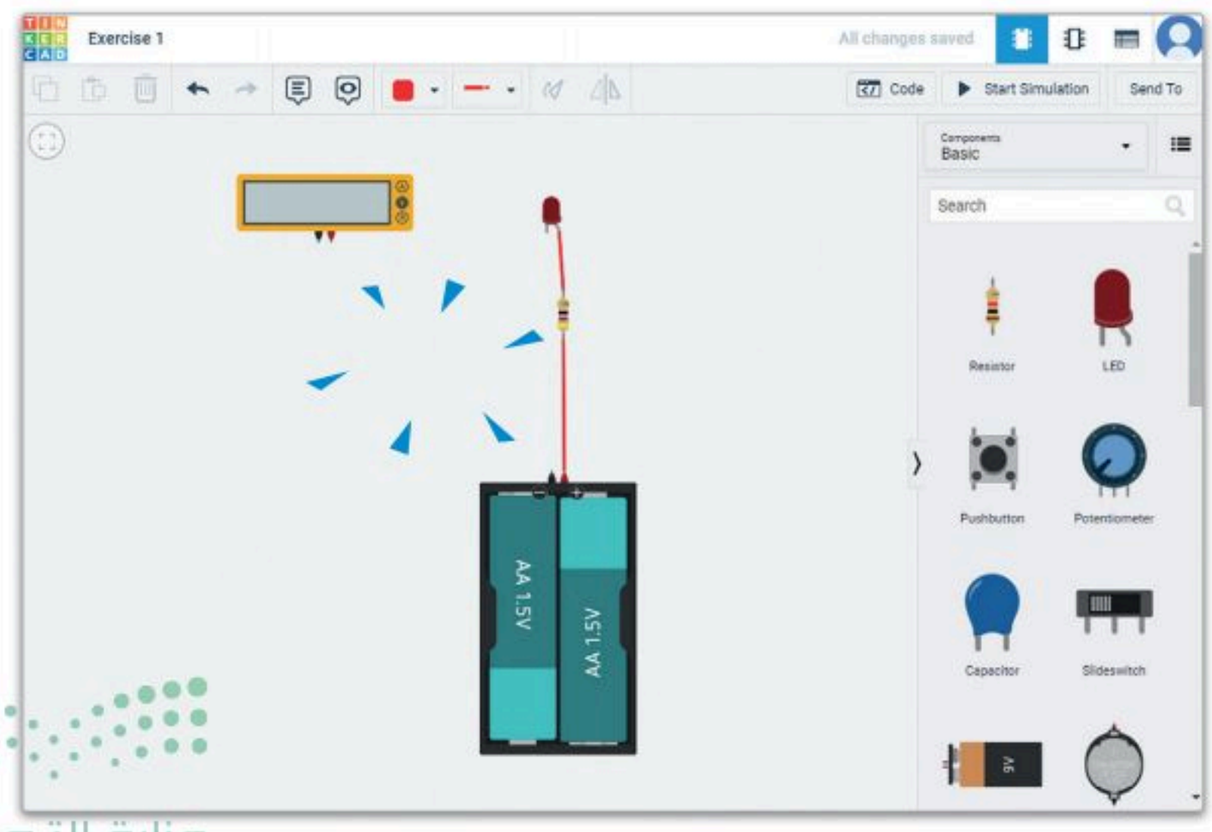
> حدِّد **الأسلاك** الخاصة بالملتميتر والأسلاك من مهبط الدايود المشع للضوء إلى القطب السالب للبطارية باستخدام مفتاح **Shift** والضغط عليها، (1) ثم اضغط على أمر Delete (حذف). (2)

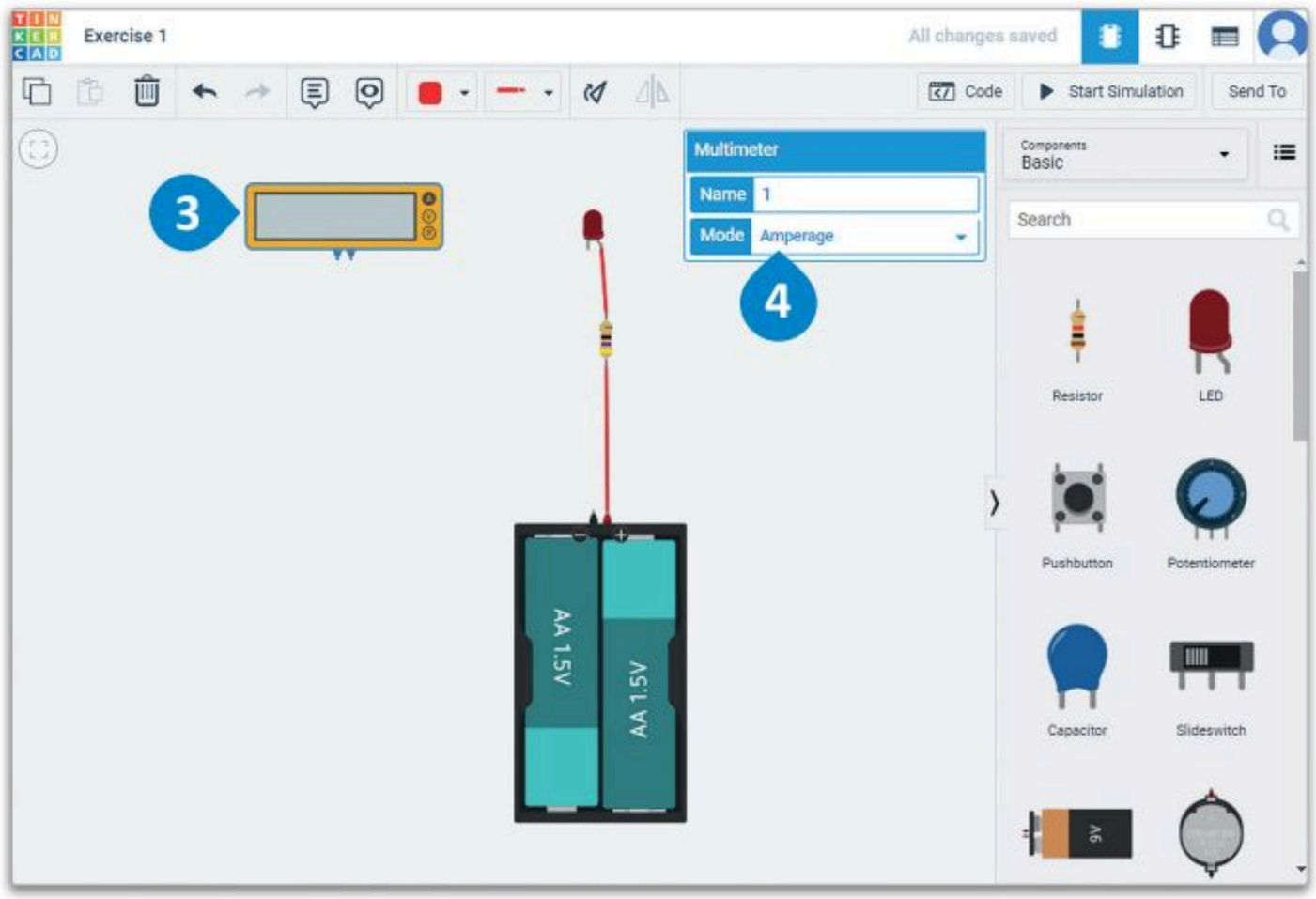
> اضغط على Multimeter (ملتميتر)، (3) ومن **لوحة المعاينة**، غيِّر Mode (الوضع) إلى Amperage (أمبير). (4)

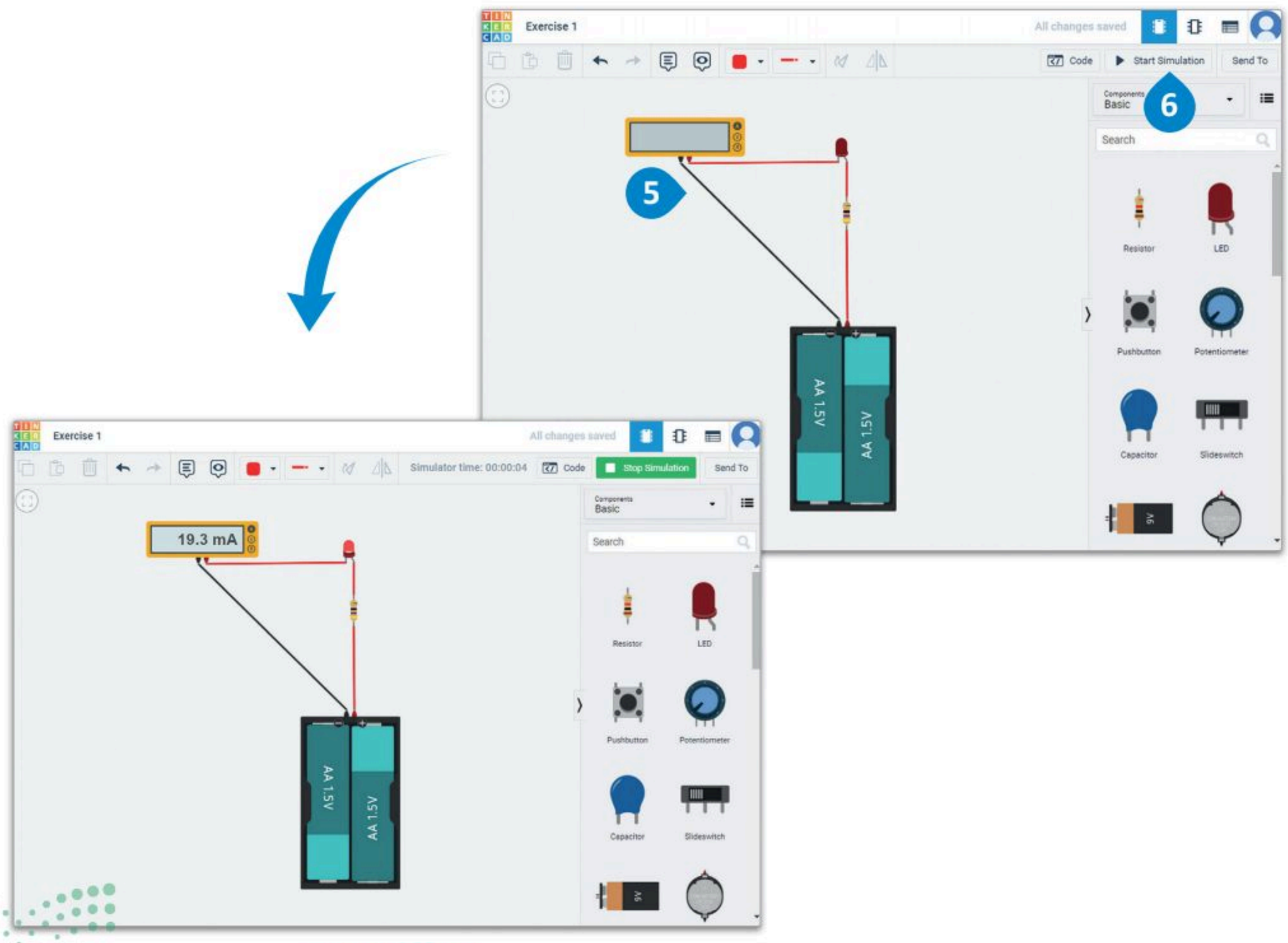
> وصِّل الملتميتر لقياس التيار الكلي. (5)

> اضغط على Start Simulation (بدء المحاكاة). (6)









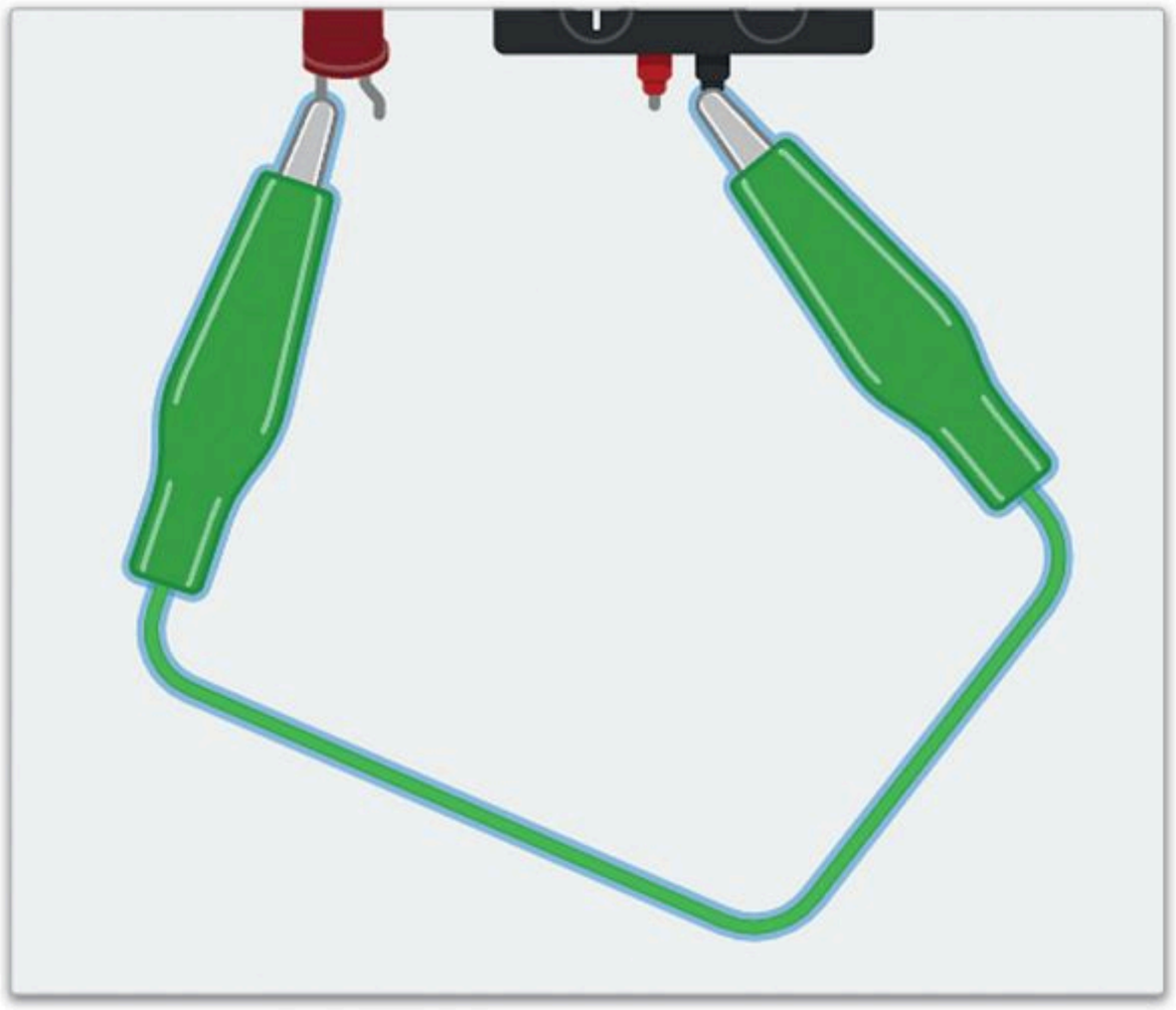
شكل 4.30: قياس التيار

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تُستخدم مفاتيح الضغط عادةً في الآلات الحاسبة والأجهزة المنزلية في المطبخ والأقفال المغناطيسية، وما إلى ذلك.	○	○
2. تمكننا محاكاة الدائرة من اختبار وظائفها دون إنشائها فعليًا.	○	○
3. يمكنك تعديل الدائرة في دوائر تينكركاد دون الحاجة إلى إيقاف المحاكاة.	○	○
4. بعد الانتهاء من محاكاة الدائرة، يمكنك إنشاؤها على لوحة دوائر مطبوعة.	○	○
5. تُستخدم المقاومات في أجهزة التدفئة وأجهزة تحميص الخبز، وسخان الماء والمواقد الكهربائية، والعديد من الأجهزة الحرارية.	○	○
6. لا يمكن استخدام جهاز الملتميتر لقياس كميات كهربائية مثل التردد والشحنة وما إلى ذلك.	○	○
7. يُوصّل الفولتميتر والأوميتر على التوالي مع المُكون الذي يتم قياسه.	○	○
8. يُشبه التعليق التوضيحي في الدائرة المصممة الملاحظات اللاصقة (Sticky Notes).	○	○
9. يتيح جهاز الملتميتر في دوائر تينكركاد قياس التيار بالفولت.	○	○
10. تكمن الفائدة الرئيسة في استخدام لوحة توصيل الدوائر الحقيقية في إمكانية نقل المُكونات بسهولة من موضع إلى آخر في اللوحة عند الحاجة.	○	○

2 تحتوي دوائر تينكركاد على خيارات مختلفة للأسلاك التي يمكنك استخدامها لتوصيل مُكونات الدائرة. أحد هذه الأنواع هو السلك أدناه، وهو الأكثر شيوعًا في النماذج الأولية.



ما اسم هذا النوع من الأسلاك؟ وهل يمكنك تحديد المُكونات التي يمكن توصيلها بهذا النوع من الأسلاك؟ وما فوائد استخدامه؟

_____

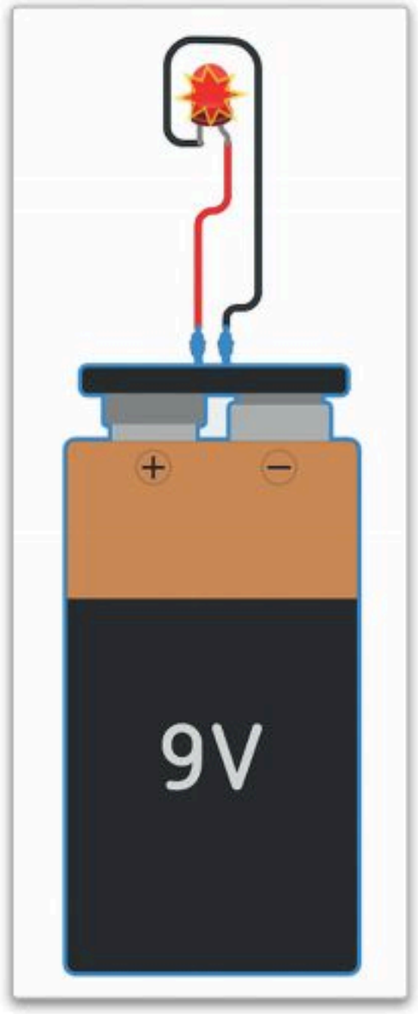
_____

_____

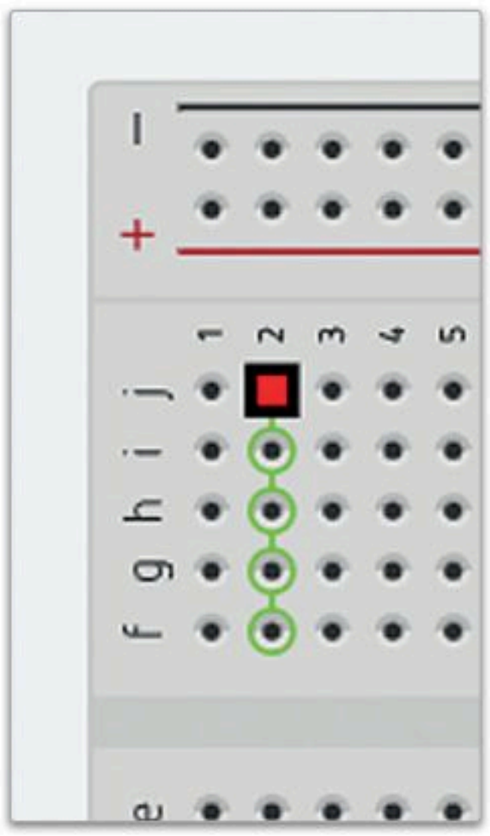
_____

_____

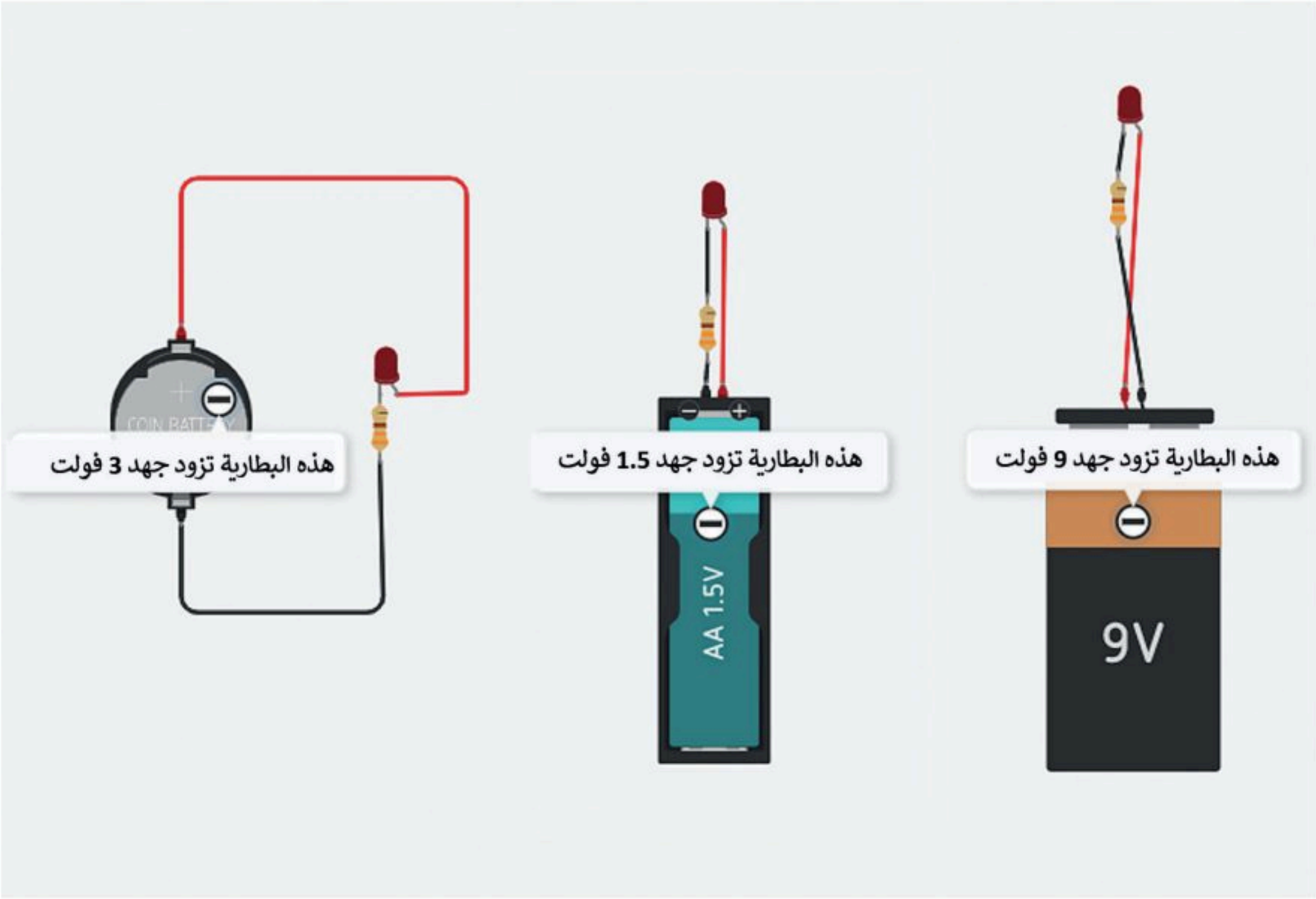
3 شخِّص المشكلة في هذه الدائرة وأصلحها، مع تبرير التغيير الذي أجريته على الدائرة.



4 اشرح معنى العلامات الخضراء على لوحة توصيل الدوائر أدناه.



5 صمِّم الدائرة بالتمرين الثالث في دوائر تينكركاد باستخدام أنواع مختلفة من البطاريات. توفر دوائر تينكركاد ثلاثة أنواع من البطاريات: 9 فولت و3 فولت و1.5 فولت. قم بتوصيل الدائرة كما هو موضح واكتب ملاحظاتك بعد محاكاتها.



_____

_____

_____

_____

_____

_____

6 صمِّم دائرة بأربع بطاريات 1.5 فولت (AA 1.5V)، ودايود مشع للضوء، ومقاومة 500 أوم. قم بتشغيل المحاكاة وراقب كمية الضوء المنبعثة. هل يمكنك التنبؤ بما سيحدث إذا قللت تدريجيًا من عدد البطاريات؟ قم بتشغيل المحاكاة بعدد أقل من البطاريات وفسر ما يحدث ولماذا.

_____

_____

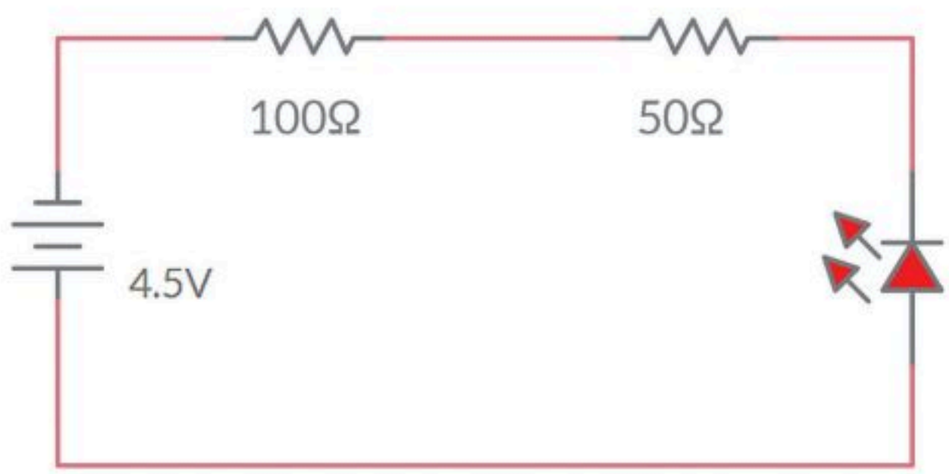
_____

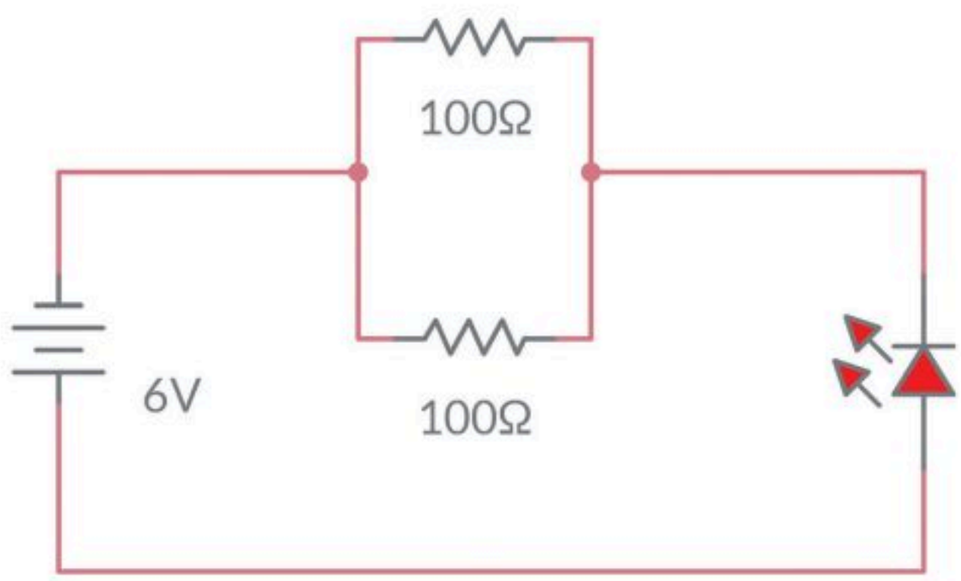
_____

_____

_____

7 قم بتصميم الدوائر الآتية ومحاكاتها باستخدام دوائر تينكركاد، ثم اختبر الدوائر الإلكترونية وصحِّح أي مشاكل قد تلاحظها. قم بتغيير اتجاه البطاريه، ماذا تلاحظ؟





المشروع

ستتعلم في هذا المشروع كيف تعمل الدائرة في ظل ظروف جديدة كتغيير نوع البطارية أو قيمة المقاومة.

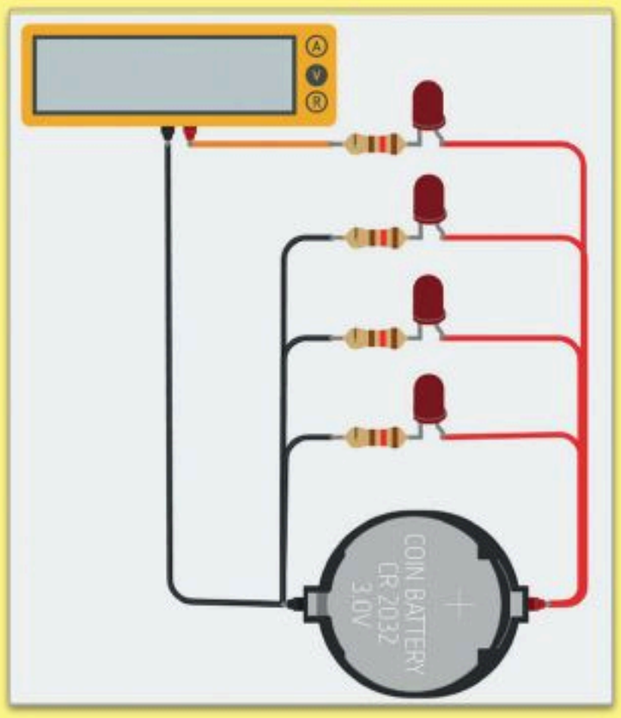
1

لقد تعلمت أن النوعين الأساسيين من الدوائر هما الدوائر الموصلة على التوالي والدوائر الموصلة على التوازي.

لتنفيذ الدائرة الموصلة على التوازي الآتية:

ستحتاج إلى:

- **جهاز** ملتميتر لقياس التيار.
- **4** مقاومات 120Ω.
- **4** دايودات مشعة للضوء حمراء اللون.
- **بطارية** دائرية واحدة 3 فولت.



2

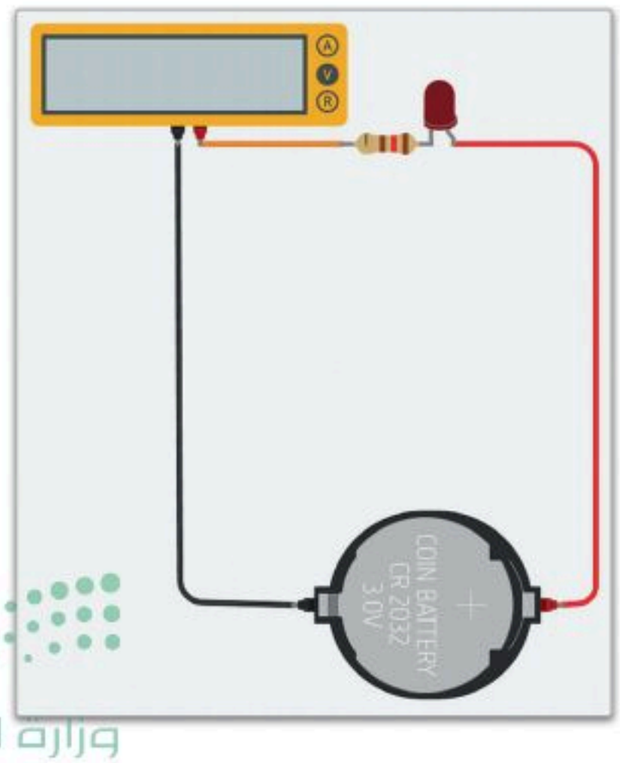
لوِّن الأسلاك بشكل مناسب للتمييز بين الأقطاب الموجبة والسالبة.

3

أنشئ الدائرة بإضافة مجموعة مُكونة من مقاومة ودايود مشع للضوء كل مرة. وابدأ بهذه الدائرة.

4

- **شغِّل** المحاكاة وقِس التيار باستخدام الملتميتر. اكتب قيمة التيار.
- **أضف** مجموعة أخرى من مقاومة ودايود مشع للضوء ولاحظ قيمة التيار الجديد. كرِّر الأمر لبقية المقاومات والدايودات المشعة للضوء.
- **لاحظ** التغيرات في قياساتك. اشرح ما يحدث.
- **أضف المقاومات** والدايودات المشعة للضوء، وغيِّر نوع البطارية أو قيمة كل مقاومة. ما تأثير هذه التغييرات على الدائرة؟
- قم بزيارة معمل الفيزياء بالتنسيق مع المعلم وحاول أن تستخدم قراءة جهاز الفولتميتر مع البطاريات.



ماذا تعلّمت

> تصميم الدوائر الإلكترونية في تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد.
> إضافة المُكونات الإلكترونية وتعديلها وتوصيلها.
> محاكاة الدوائر الإلكترونية وأخذ القياسات.
> اختبار الدوائر الإلكترونية واكتشاف أخطائها.

المصطلحات الرئيسة

Ammeter	أميتر	Ohmmeter	أوميتر
Breadboard	لوحة توصيل الدوائر	Power Source	مصدر طاقة
Circuit View	عرض الدائرة	Prototyping	نموذج أولي
Circuits	دوائر	Pushbutton	مفتاح ضغط
Component List	قائمة المُكونات	Resistor	مقاومة
Current	التيار	Schematic View	العرض التخطيطي
LED	الدايود المشع للضوء	Voltmeter	فولتمير
Multimeter	ملتميتر	Workplane	مساحة العمل

5. محاكاة نظام التحكم الدقيق (Microcontroller Simulation)

> سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على أجهزة التحكم الدقيقة، وعلى المزيد من المكونات الإلكترونية. وسيتعلّم كيفية برمجة جهاز التحكم الدقيق مايكروبت (Micro:bit) بلغة البايثون داخل تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد (Autodesk Tinkercad Circuits)، وذلك لإنشاء دوائر إلكترونية بسيطة ومعقدة، وذلك بالاستعانة بمجموعة من المُستشعِرات (Sensors) والمشغلات الميكانيكية (Actuators).

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يُوضِّح كيفية استخدام جهاز التحكم الدقيق.
- يتعرّف على المكونات الخارجية لجهاز التحكم الدقيق.
- يصف تأثير العناصر المختلفة على الدائرة المنطقية.
- يُبرمج جهاز التحكم المايكروبت (Micro:bit) باستخدام لغة البايثون.
- يستخدِم مُستشعِري درجة الحرارة والإضاءة في المايكروبت.
- يُصمِّم دوائر جهاز التحكم الدقيق ليُستخدم في تطبيقات حياتية.
- يُوضِّح كيفية التحكم في فرق الجهد في الدائرة الإلكترونية من خلال المقاومة المتغيرة (Potentiometer).
- يصف استخدامات الترانزستور (Transistor).
- يستخدِم الترانزستور كمُضخم في الدائرة الإلكترونية.
- يستخدِم محرك التيار المستمر (DC) كمشغل للحركة.

الأدوات

- تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد (Autodesk Tinkercad Circuits)

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

برمجة أجهزة التحكم الدقيقة

أجهزة التحكم الدقيقة Microcontrollers

يُعدّ جهاز الحاسب من أكثر الأجهزة استخدامًا في هذه الأيام، ويحتاج مُستخدم الحاسوب إلى ملحقات إضافية مثل الفأرة ولوحة المفاتيح للإدخال، وكذلك وجود الشاشة للإخراج. ويوجد نوع آخر من أجهزة الحاسب يُطلق عليه اسم جهاز التحكم الدقيق والذي يعمل دون أي تدخل بشري حيث يمكن لمستخدم الحاسوب التقليدي تشغيل عدة برامج بشكل متزامن لمشاهدة مقاطع الفيديو وتصفح البريد الإلكتروني مثلًا، أما جهاز التحكم الدقيق فلا يمكنه سوى تشغيل برنامج واحد في الوقت ذاته، ويُعَدُّ جهاز التحكم الدقيق بمثابة حاسوب متخصص مزود بأجهزة إدخال وإخراج تساعده على التفاعل مع البيئة المحيطة بشكلٍ ذاتي. ويُطلق على هذه الأجهزة المحوسبة تسميات أخرى مثل أجهزة التحكم أحادية اللوحة أو الأنظمة المدمجة. ويُدمج المعالج والذاكرة وبعض أجهزة الإدخال والإخراج معًا في أنظمة أجهزة التحكم الدقيقة بأنواعها المختلفة.

بدلًا من استخدام الفأرة ولوحة المفاتيح والشاشة كملحقات إضافية للحاسوب التقليدي، فإن جهاز التحكم الدقيق يستخدم أجهزةً مثل **المُستشعِرات** (Sensors) للإدخال، ويستخدم **المُشغِّلات الميكانيكية** (Actuators) للمخرجات.

يفحص المُستشعِر البيئة المحيطة بحثًا عن وجود محفزات مثل اللمس أو الحركة أو الصوت، وكذلك بحثًا عن متغيرات معينة مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والضوء وغيرها من العوامل البيئية، ويتشابه عمل المُستشعِرات مع عمل الحواس البشرية، وذلك في استكشاف المحفزات في البيئة المحيطة. وتستجيب المُستشعِرات للمنبهات الخارجية من خلال إحداث تغيير في فرق الجهد أو من خلال إرسال إشارة رقمية. وتعملُ حواس الإنسان بطريقة مماثلة للمُستشعِرات، حيث ترسل الحواس الإشارات إلى الدماغ عبر الجهاز العصبي.

شكل 5.1: لوحة جهاز التحكم الدقيق

يشبه جهاز التحكم الدقيق دماغًا محوسبًا صغيرًا، ولكنه يحصل على الإشارات من خلال المُستشعِرات المتصلة به كمُدخلات للبرنامج الذي يعمل بشكلٍ مستمرٍ داخل جهاز التحكم، ويمكن لهذا البرنامج أن يتفاعل ويُغيِّر المخرجات وفقًا للمُدخلات والبيانات التي يحصل عليها من تلك المُستشعِرات. فعلى سبيل المثال، يعمل جهاز التحكم الدقيق على إطلاق جهاز الإنذار في حال اكتشافه ارتفاع درجة الحرارة بصورة كبيرة داخل أحد المباني، والذي يعني إمكانية وجود حريق داخل المبنى.

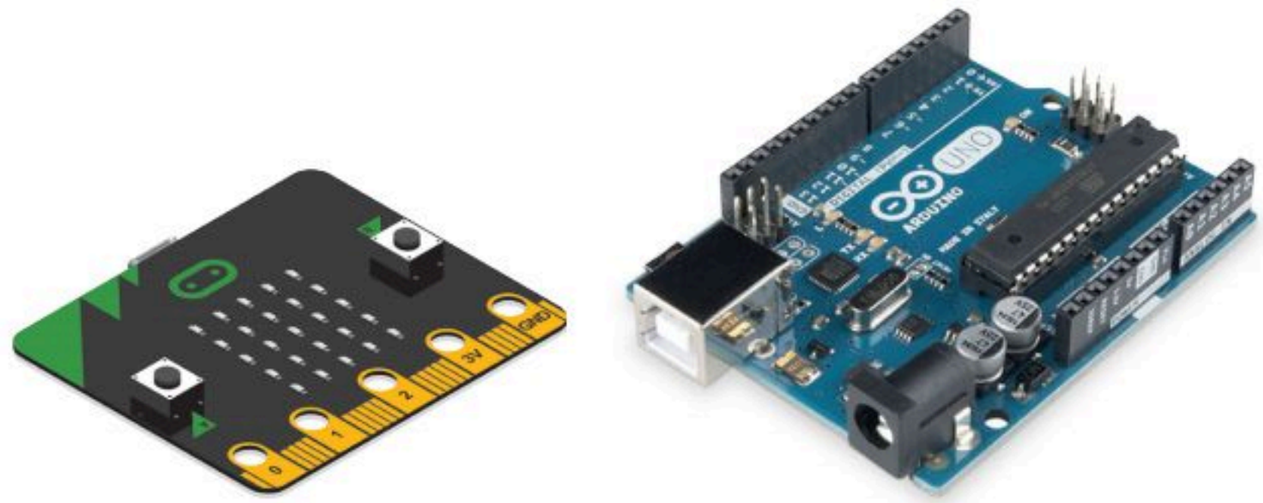
شكل 5.2: نظام إنذار الحريق

معلومة

قد يُستخدم جهاز التحكم الدقيق لتشغيل نظام تكييف الهواء داخل مبنى، أو مراقبة تشغيل محرك السيارة والتحكم به، أو تشغيل الآلات على خط تجميع آلي.

على الرغم من قُدرة أجهزة التحكم الدقيقة على مُحاكاةِ بعض الوظائف البشرية، إلا أنه يجب عدم الخلط بين عمل هذه الأجهزة وبين الذكاء الحقيقي، فقد نطلق وصفًا على جهازٍ ما بأنه جهاز ذكي، ولكن الواقع هو أن جميع هذه الأجهزة تعمل بطريقة محددة مسبقًا وفق إجراءات دقيقة تتمُّ برمجتها. من المهم الإشارة إلى أنه بغض النظر عن مدى حداثة الجهاز أو جودة البرنامج الذي يعمل به، فإنه لا يمكن عدّ أجهزة الحاسب وأجهزة التحكم الدقيقة أجهزة ذكية حقًا.

يرى البعض أن جهاز رازبيري باي (Raspberry Pi) هو جهاز تحكم دقيق مثل أردوينو (Arduino)، ويُعدُّ جهاز رازبيري باي بمثابة حاسوب صغير الحجم يمكن توصيله مباشرة بشاشة وبملحقات إضافية أخرى مثل لوحة المفاتيح والفأرة، ويمكن أيضًا تحميل نظام تشغيل كامل عبر بطاقة ذاكرة محمولة (MicroSD Memory Card) في هذا الجهاز.



أردوينو أونو (Arduino UNO) **المايكروبت (Micro:bit)**

شكل 5.3: أجهزة تحكم دقيقة شائعة

توجد أجهزة التحكم الدقيقة حولك في كثيرٍ من الأجهزة مثل **أجهزة إنترنت الأشياء المستقلة** (Autonomous IoT Devices) وكذلك بداخل الأجهزة والآلات الإلكترونية الأخرى. ويُعدُّ جهازي التحكم **الأردوينو** (Arduino) و**المايكروبت** (Micro:bit) من أكثر هذه الأجهزة شيوعًا، والتي تُستَخدمُ على نطاقٍ واسع في تصميم النماذج الأولية، ويمكن محاكاتها في تطبيق دوائر أوتوديسك تينكركاد. ورغم تشابه طبيعة جهازي الأردوينو والمايكروبت، إلا إنه توجد بعض الاختلافات بينهما، حيث يُعدُّ الأردوينو مثل نسخة **أردوينو أونو R3** (Arduino Uno R3) أكثر قوةً من الناحية البرمجية، بينما يتميز المايكروبت بوجود شاشة عرض ومُستشعِرات مدمجة لدرجة الحرارة، والضوء، والحركة، والاتجاه، وكذلك وجود بعض الأزرار والميكروفون.

أجهزة التحكم الدقيقة

المزايا

- أقل استهلاكًا للكهرباء ولا تنتج الكثير من الحرارة.
- يمكن وضعها في دوائر أصغر، نظرًا لحجمها.
- مناسبة للعمليات ذات المهمة الواحدة.
- تتوفر بسعات ذاكرة مختلفة حسب الحاجة من 4 بت (Bit) إلى 128 بت (Bit).

العيوب

- بشكل عام، لا يمكنها التعامل مع عمليات متعددة المهام.
- تحتاج إلى تحميل البرامج الجديدة يدويًا.
- محدودة في قوة معالجتها.
- غالبًا لا تمتلك نظام تشغيل.

المكونات الملحقة بدائرة جهاز التحكم الدقيق
External Components for Microcontroller Circuits

محرك التيار المستمر DC Motor

محركات التيار المستمر هي أجهزةٌ يُتحكّم فيها إلكترونيًا لتولّد حركة دورانية باستخدام الطاقة الكهربائية، وتشتمل هذه المحركات على **عمود محرك** (Shaft) يدور بحيث يمكن ربط العجلات والتروس بها، وتتوافر هذه المحركات بأشكال متنوعة لتقدم أشكالًا مختلفة للحركة. وتعمل هذه المحركات في نطاقات فرق جُهدٍ تتراوح بين 1.5 فولت إلى 24 فولت، وبعدد دورات يصل إلى 8000 **دورة في الدقيقة** (Rotations Per Minute - RPM)، وتُستخدم هذه المحركات أيضًا في التطبيقات التي تحتاج إلى سرعة دوران عالية.

شكل 5.4: محرك التيار المستمر

الطنان الكهربائي Piezo Buzzer

الطنّانات الكهربائية هي أجهزة صغيرة يمكنها توليد إشارات صوتية، وتحتوي بداخلها على بلوراتٍ صغيرة من مواد مثل الكوارتز والياقوت الأصفر (التوباز) من خلال ما يعرف بتأثير الكهرباء **الإنضغاطية** (Piezoelectric Effect)، حيث تتمدد البلورات وتتقلص بسرعة وبشكل متكرر عند مرور تيار كهربائي عبرها، وتشكل هذه الاهتزازات السريعة مصدر الأصوات التي يُنتِجها الطنّان.

شكل 5.5: الطنان الكهربائي

مُستشعِر الحركة PIR Sensor

يُعدُّ **مُستشعِر الحركة** (Passive Infrared Sensor - PIR) أحد أنواع المُستشعِرات الإلكترونية التي يمكنها اكتشاف وجود الأشياء في مجال رؤية معين، ويعمل على قياس إشارات الأشعة تحت الحمراء داخل مجال الرؤية الذي يفحصه. يتغير توزيع تلك الإشارات عند مرور كائنٍ في مجال رؤية المُستشعِر، وبالتالي يكتشف ذلك المُستشعِر وجود الكائن، ويُستخدمُ على نطاقٍ واسعٍ في تطبيقات الإنذار والمراقبة الأمنية وفي أدوات التحكم بالإنارة.

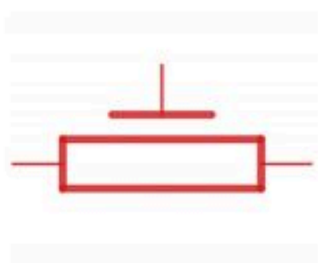
شكل 5.6: مُستشعِر الحركة

المقاومة المتغيرة Potentiometer (Variable Resistor)

المقاومة المتغيرة هي جهاز صغير يُستخدم لضبط فرق الجهد يدويًا في جزءٍ محددٍ من الدائرة، وينص قانون أوم الذي تعلمته في الوحدة السابقة على أن فرق الجهد = شدة التيار × المقاومة (V = I x R)، وعلى افتراض أن شدة التيار ثابتة، فإن تغيير فرق الجهد يمكن من خلال ضبط قيمة المقاومة الفعّالة في هذا الجزء من الدائرة. تسمح لك المقاومة المتغيرة بتعديل قيمة فرق الجهد إلى القيمة التي تريدها.

المقاومة المتغيرة

المكون في المحاكي

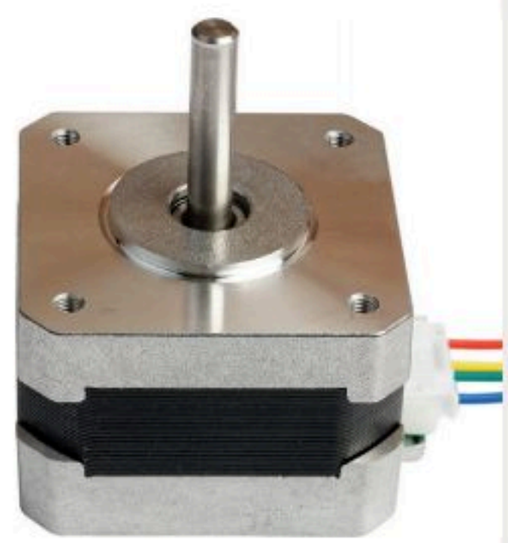


الرمز التخطيطي

شكل 5.7: المقاومة المتغيرة

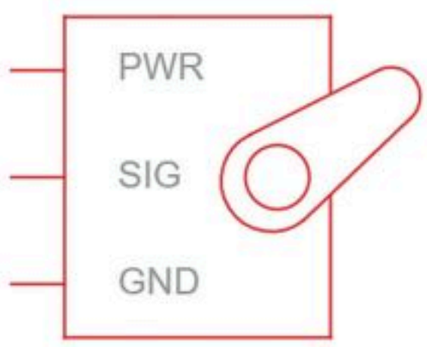
محرك سيرفو أو محرك مؤازر Servomotor

تُعدُّ المحركات المؤازرة نوعًا خاصًا من المحركات التي لها ميزتان وهما: تقتصر حركتها على نطاق محدد، وتوفر تغذية راجعة عن موقعها، بحيث يكون لدى وحدة التحكم الخاصة بالمحرك معلومة دقيقة عن زاوية دورانه. وتُستخدَم المحركات المؤازرة في الإجراءات التي تتطلب تنفيذ حركة عالية الدقة مثل التطبيقات الروبوتية وعمليات التصنيع.



محرك مؤازر

المكون في المحاكي



الرمز التخطيطي

شكل 5.8: محرك مؤازر

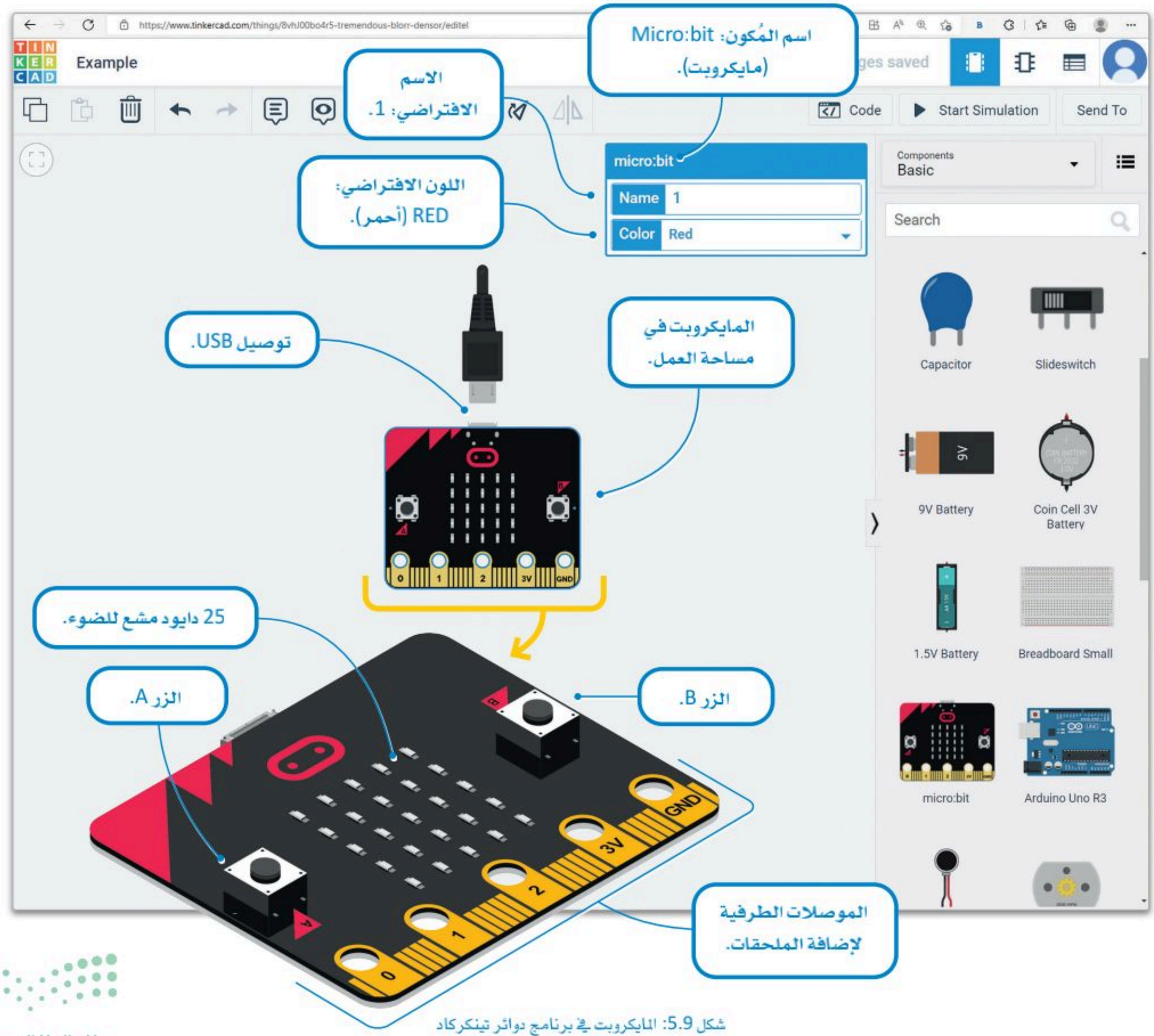
المايكروبت Micro:bit

جهاز التحكم الدقيق مايكروبت في تطبيق دوائر تينكركاد
The Micro:bit Microcontroller in Tinkercad Circuits Environment

يمكنك استخدام تطبيق دوائر تينكركاد لمحاكاة بعض دوائر جهاز التحكم الدقيق بواسطة لغة برمجة مبسطة قائمة على اللبنات البرمجية أو بلغة **البايثون** (Python).

ستَستخدمُ في هذه الوحدة المايكروبت كجهاز تحكم دقيق في بيئة تفاعلية تتيح لك العديد من التجارب.

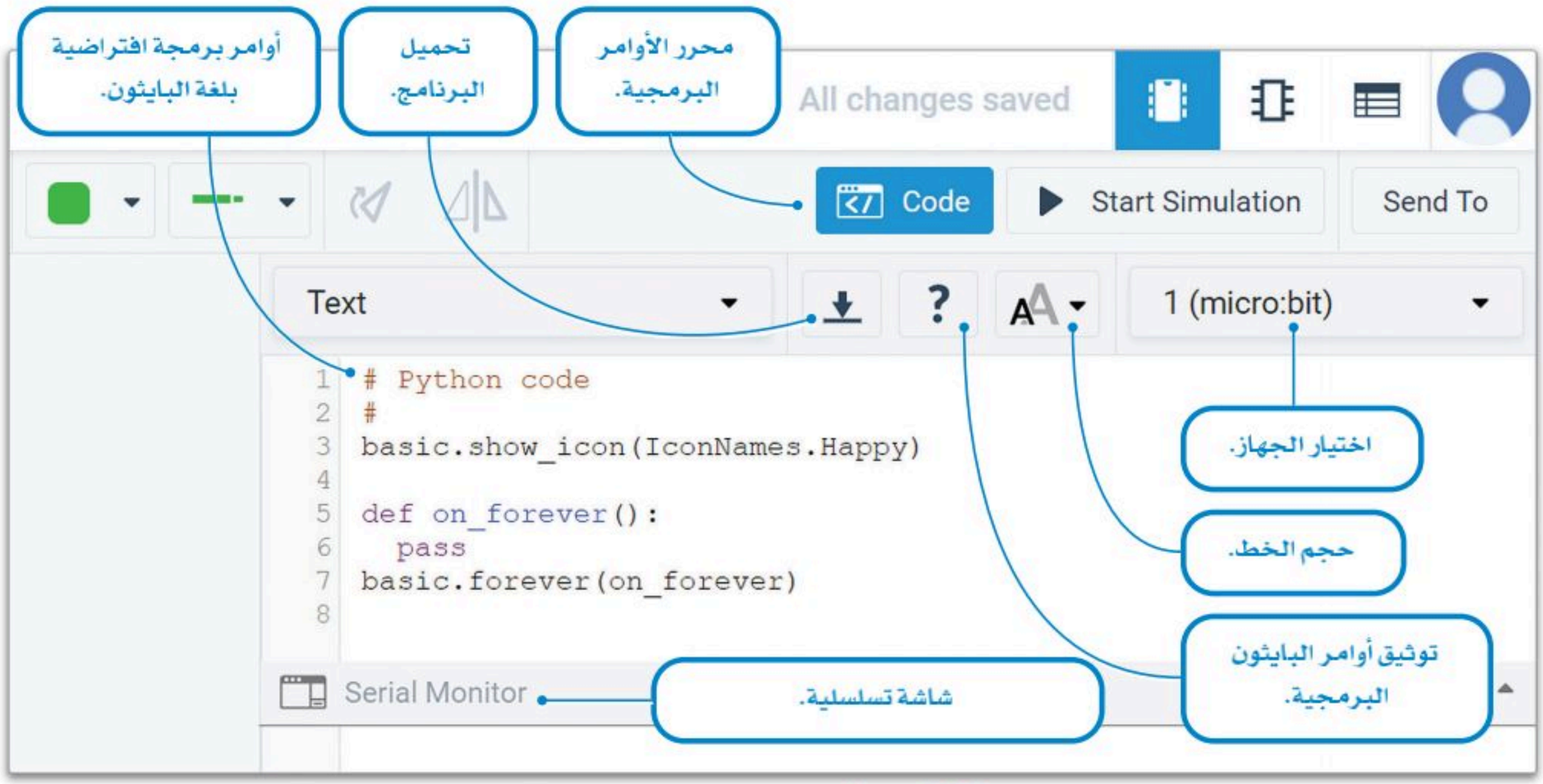
ينقسم كل مشروع من مشاريع أجهزة التحكم الدقيقة إلى قسمين: يتضمن القسم الأول الدائرة نفسها بما فيها المُستشعِرات، والمشغّلات الميكانيكية، والأسلاك التي تربط المكونات معًا. وأما القسم الثاني فيتضمن الأوامر البرمجية المستخدمة لبرمجة جهاز التحكم الدقيق، وتُستخدَم هذه الأوامر البرمجية لإدارة المُدخلات من المُستشعِرات وإرسال التعليمات إلى المشغلات الميكانيكية. تُستخدم لغة البايثون للتحكم في جهاز التحكم الدقيق مايكروبت في بيئة المحاكاة لدوائر تينكركاد.



شكل 5.9: المايكروبت في برنامج دوائر تينكركاد

البرمجة بلغة البايثون Python Programming

لقد تعلَّمتَ في مراحل سابقة كيفية البرمجة بواسطة لغة البايثون، وستتشابه الأوامر البرمجية التي ستستخدمها في هذا الكتاب مع تلك التي تعلّمتَها سابقًا. لتتعرف هنا على كيفية تنفيذ الأوامر بلغة البايثون في المايكروبت باستخدام محررٍ نصي.



شكل 5.10: محرر الأوامر البرمجية في برنامج دوائر تينكركاد

لتُلقِ نظرة على بعضُ الأوامر التي ستستخدمها:

استخدم الطريقةَ الآتية لتوقُّف المؤقت بعد اكتمال إجراء آخر. تأخذ هذه الطريقة معاملًا بالمللي ثانية:

```
basic.pause(1000)
```

انتظار ثانية واحدة.

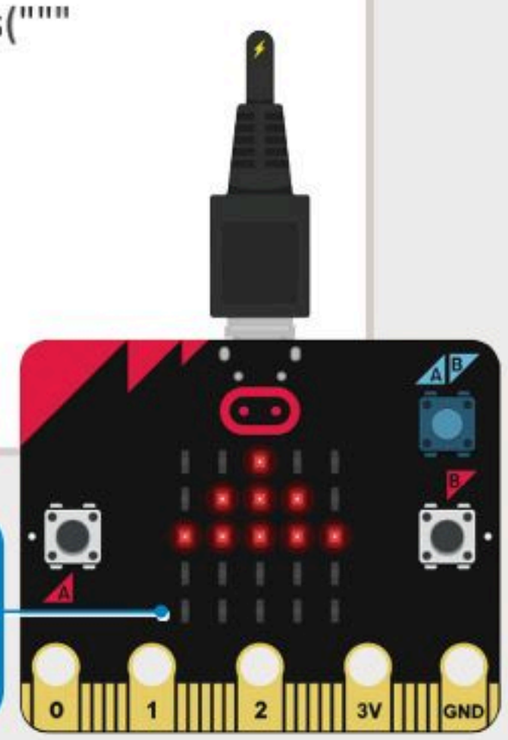
سيبدأ تنفيذ الكود الآتي عند الضغط على زر بدء المحاكاة، وسيتوقف التنفيذ عند الضغط على زر إنهاء المحاكاة.

```
def on_forever():
  # Your circuit logic here
basic.forever(on_forever)
```

سيُنفذ الكود الذي سيحلّ محلّ التعليق بلا توقف.

عرض شكل مخصص من خلال التحكم بمصفوفة من الدايودات المشعة للضوء:

```
basic.show_leds("""
. . # . .
. # # # .
# # # # #
. . . . .
. . . . .
""")
```



ستعمل مصفوفة الدايودات المشعة للضوء في المواقع التي توجد بها رموز #

مصفوفة الدايودات المشعة للضوء LED Matrix

لتشاهد كيف يمكنك استخدام المهارات التي تعلمتها سابقًا.

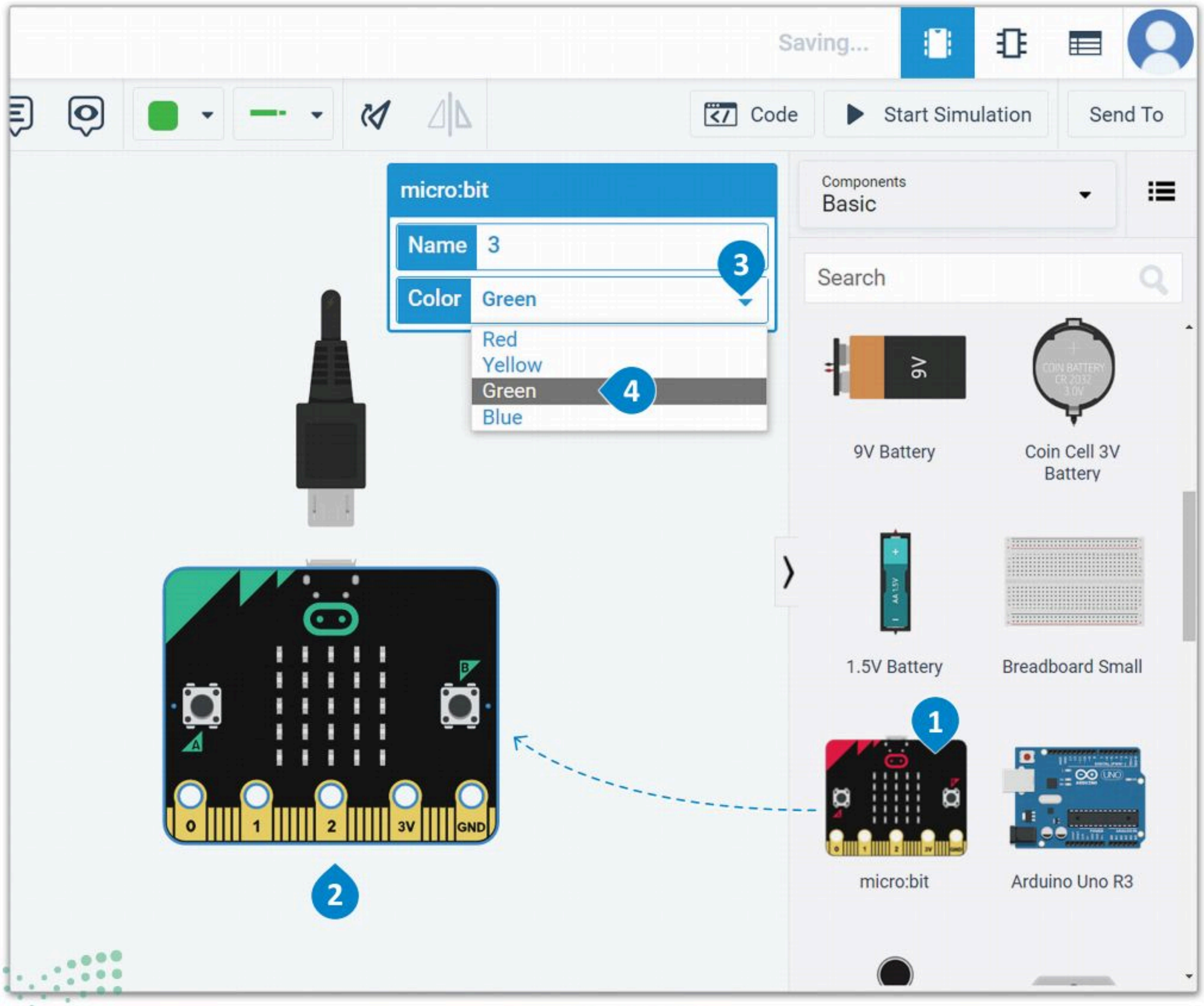
ستنشئ برنامجًا يعرض الرقمين 0 و 1 في مصفوفة الدايودات المشعة للضوء وذلك بالتناوب في كل ثانية ودون توقف.

ستحتاج قبل كل شيءٍ إلى إضافة المايكروبت من مكتبة المكونات، حيث عليك سحبه إلى مساحة العمل.

لإضافة المايكروبت:

> ابحث عن micro:bit (مايكروبت) من Components Library (مكتبة المُكونات)، 1 ثم اسحبه وأفلته في **مساحة العمل**. 2

> اضغط على **القائمة المنسدلة**، 3 وغيّر اللون إلى Green (أخضر). 4



شكل 5.11: إضافة المايكروبت

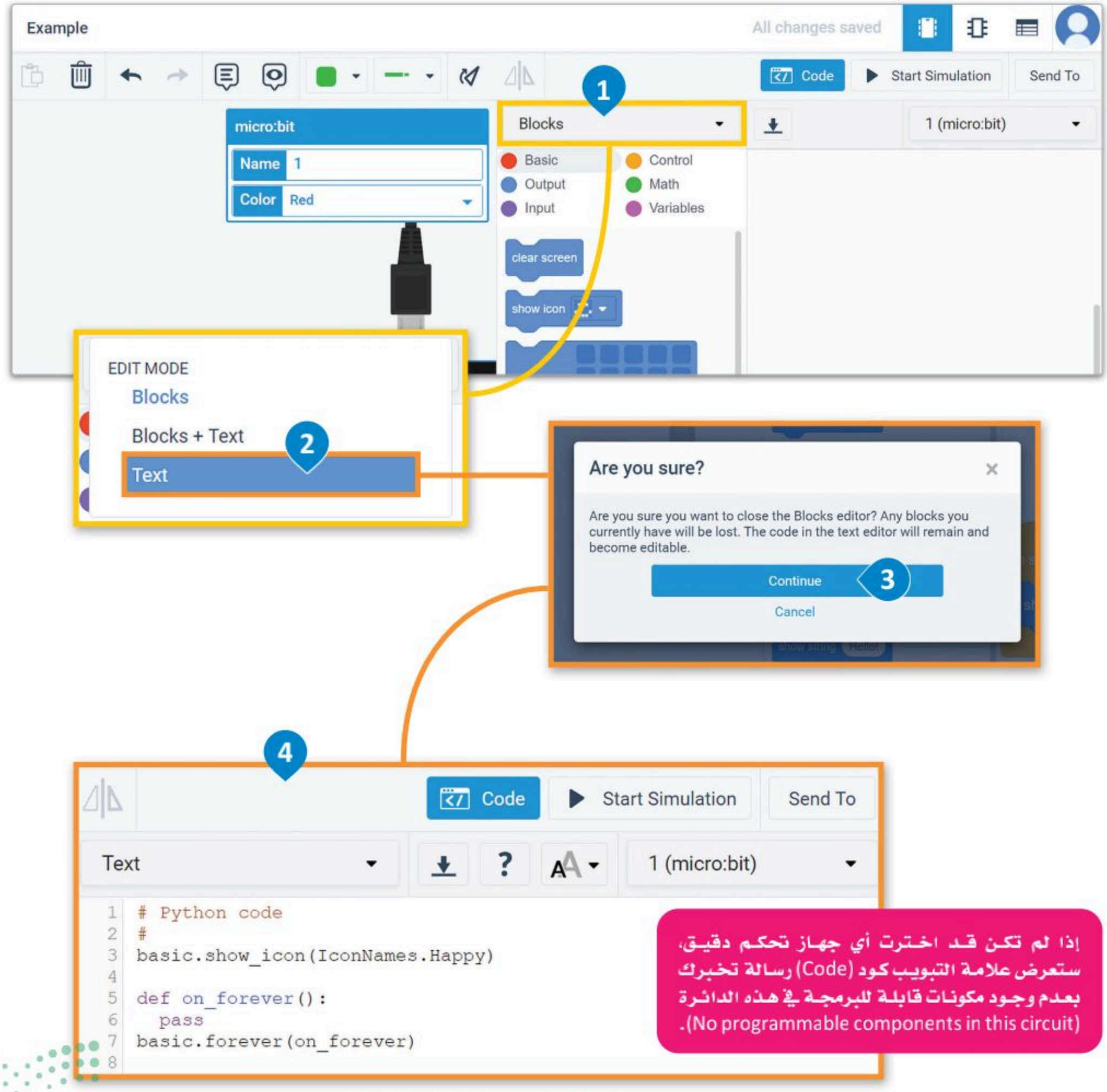
ستحتاج الآن إلى فتح محرر الأوامر البرمجية.

لفتح محرر الأوامر البرمجية النصي:

> اضغط على القائمة المنسدلة Blocks (اللبنات البرمجية). 1

> اختر Text (نص) من القائمة المنسدلة. 2

> اضغط على Continue (متابعة)، 3 لفتح المحرر النصي. 4



إذا لم تكن قد اخترت أي جهاز تحكم دقيق، ستعرض علامة التبويب كود (Code) رسالة تخبرك بعدم وجود مكونات قابلة للبرمجة في هذه الدائرة (No programmable components in this circuit).

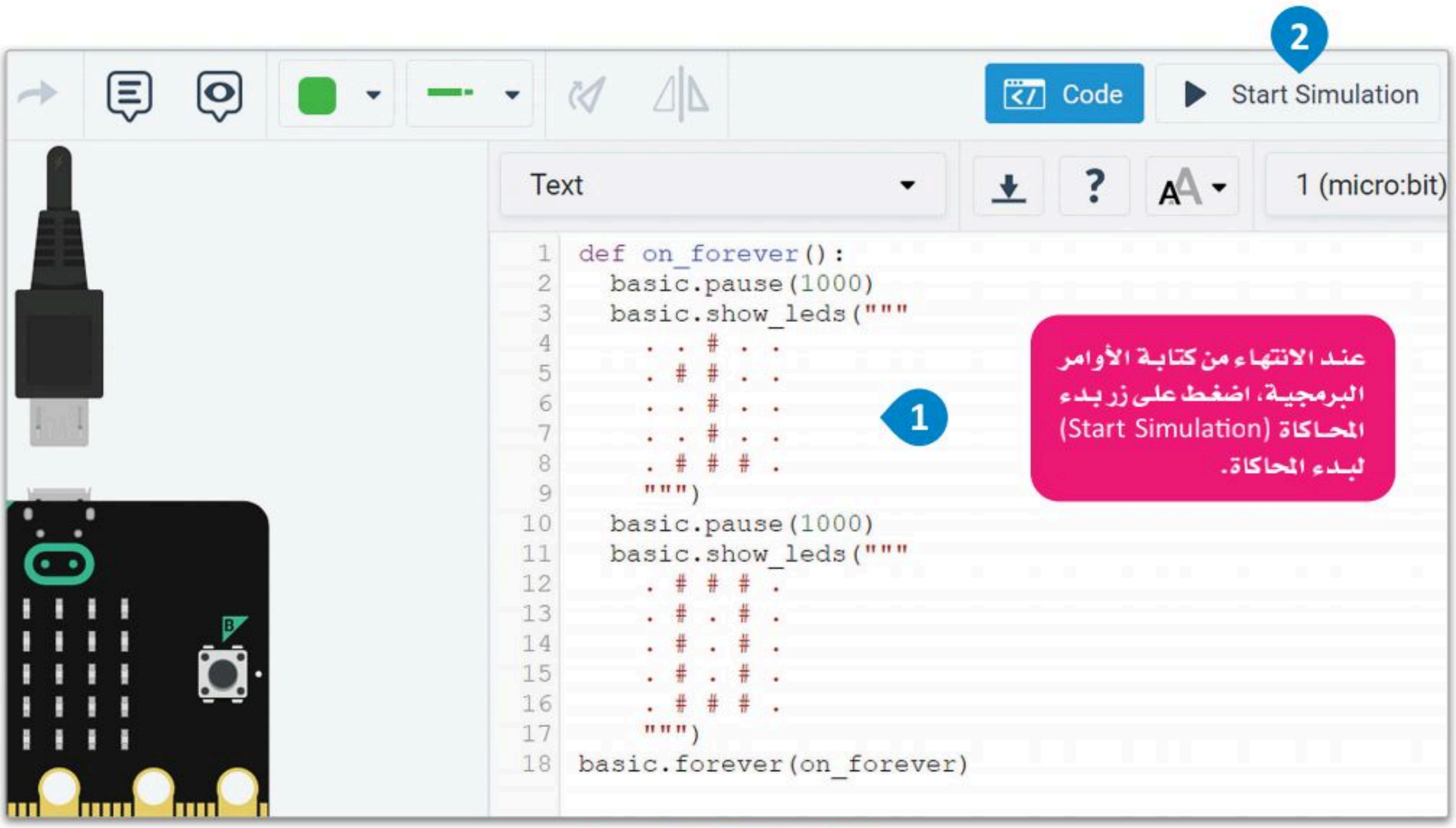
شكل 5.12: فتح محرر الأوامر البرمجية النصي

استمر بكتابة الأوامر البرمجية في المحرر ثم ابدأ المحاكاة.

لكتابة الأوامر البرمجية:

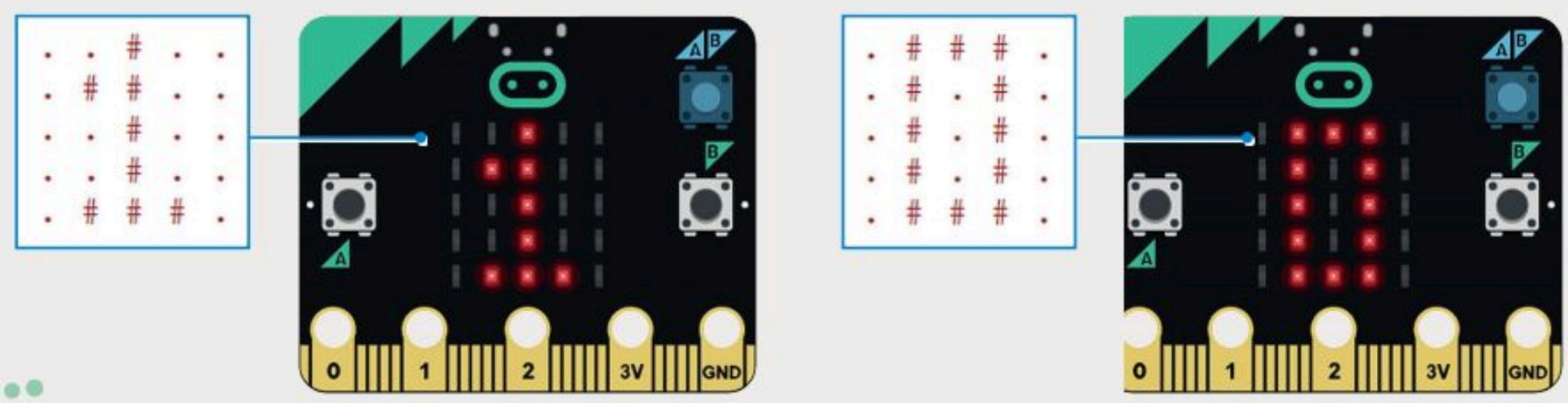
> اكتب الأوامر البرمجية في Text editor (المحرر النصي). 1

> اضغط على زر Start Simulation (بدء المحاكاة). 2



شكل 5.13: كتابة الأوامر البرمجية

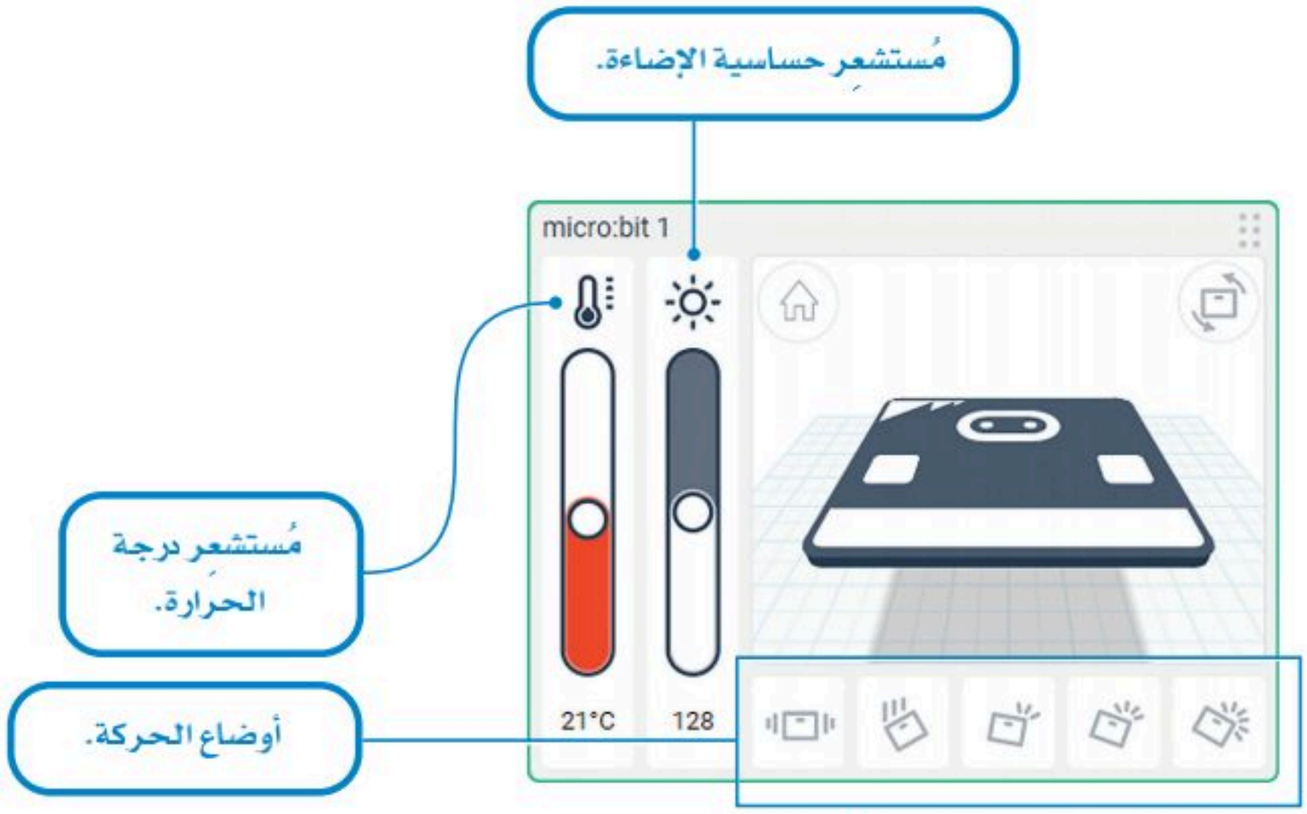
عند تشغيل المحاكاة، ستعرض لك مصفوفة الدايودات المشعة للضوء النتيجة الآتية:



مُستشعِرات المايكروبت

Micro:bit Sensors

عند بدء المحاكاة، ستظهر نافذة في مساحة العمل تتيح ضبط خصائص بيئة المحاكاة، والتي تتحكم بمُستشعِرات المايكروبت مثل: البوصلة، وحساسية الإضاءة،ودرجة الحرارة والتسارع.



شكل 5.14: ضبط خصائص مُستشعِرات المايكروبت

مؤشرات درجة الحرارة

يمكن الاستعانة بالدوال الآتية للحصول على المُدخلات من المُستشعِرات المدمجة في المايكروبت كدرجة الحرارة ومستوى الإضاءة:

في دالة plot_bar_graph() يمثل المعامل الثاني القيمة القصوى التي يتم تمثيلها في المخطط. على سبيل المثال، في محاكي دوائر تينكركاد يكون أقصى حد لمستوى الإضاءة هو 255، أما أقصى قيمة لدرجة الحرارة فهي 50 درجة مئوية.


```
input.temperature()
```

إدخال القيمة الحالية لمُستشعِر درجة الحرارة.

```
def on_forever():
  led.plot_bar_graph(input.temperature(), 50)
basic.forever(on_forever)
```

أقصى قيمة لمُستشعِر درجة الحرارة 50 درجة مئوية.


```
input.light_level()
```

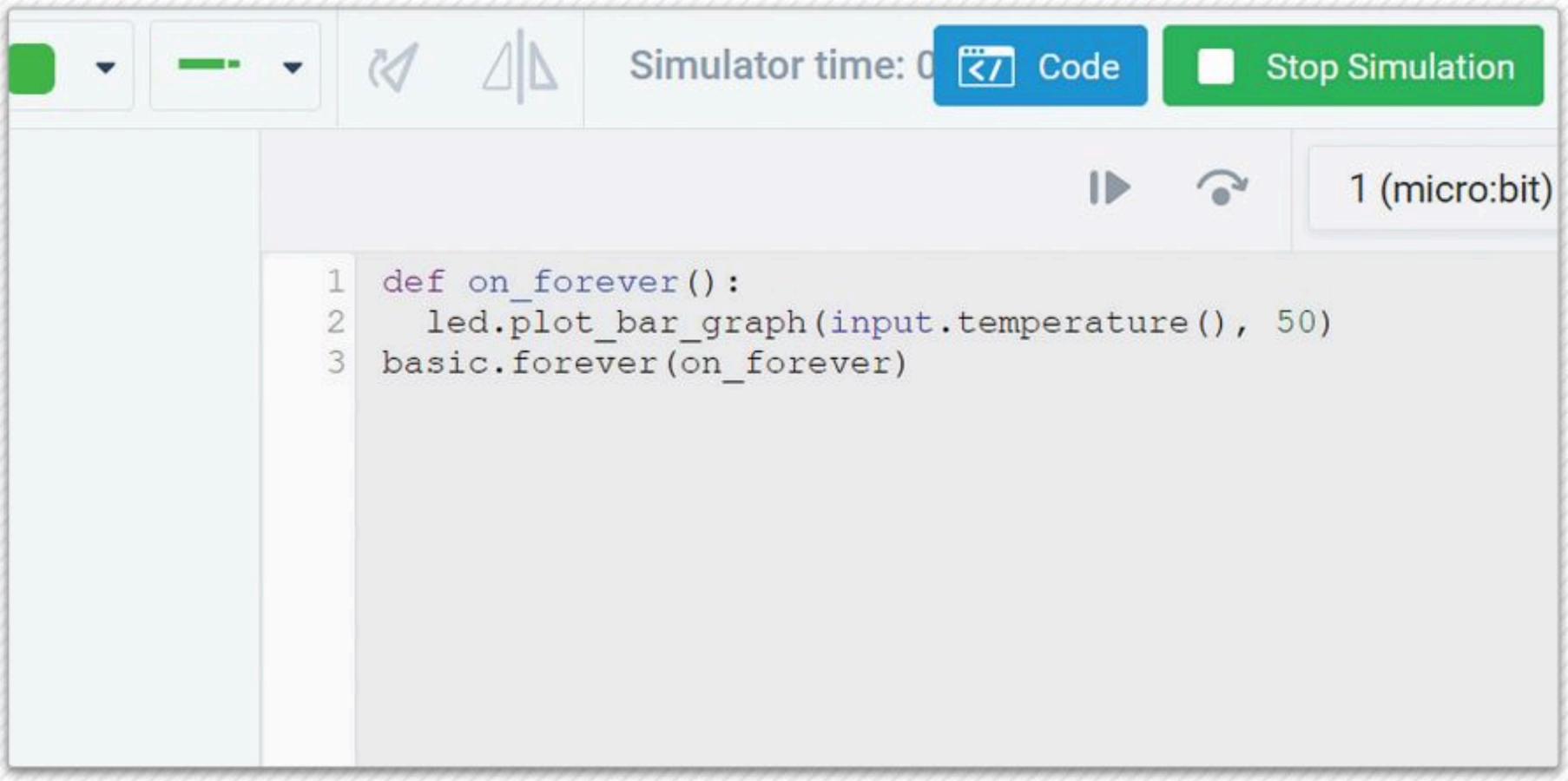
إدخال القيمة الحالية لمُستشعِر حساسية الضوء.

```
def on_forever():
  led.plot_bar_graph(input.light_level(), 255)
basic.forever(on_forever)
```

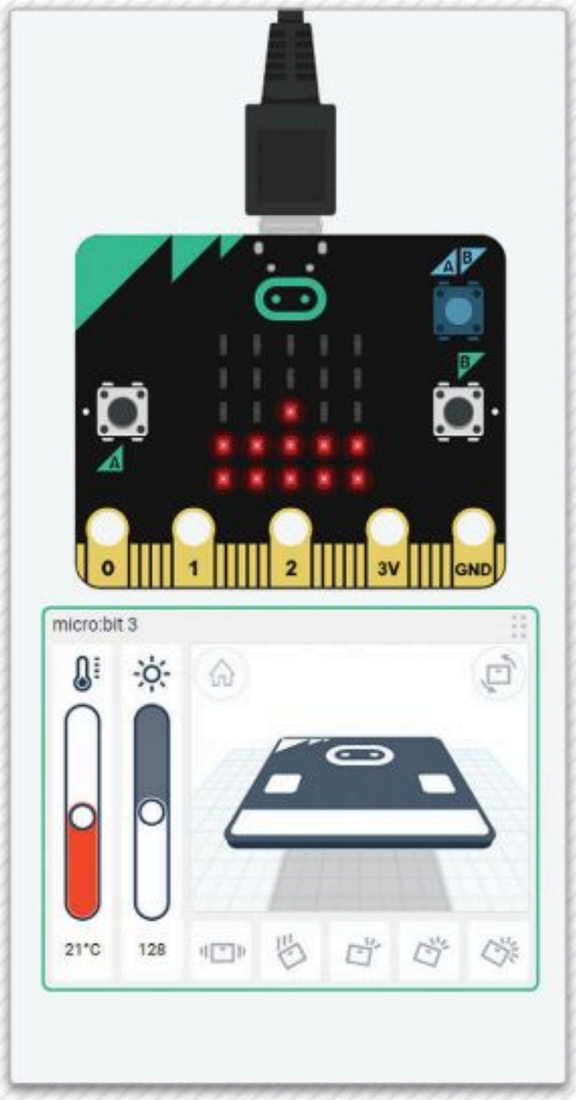
أقصى قيمة لمُستشعِر حساسية الإضاءة 255.

تمعّن المثال الآتي حول كيفية استخدام مُستشعِر درجة الحرارة مع مصفوفة إضاءة الدايودات المشعة للضوء.

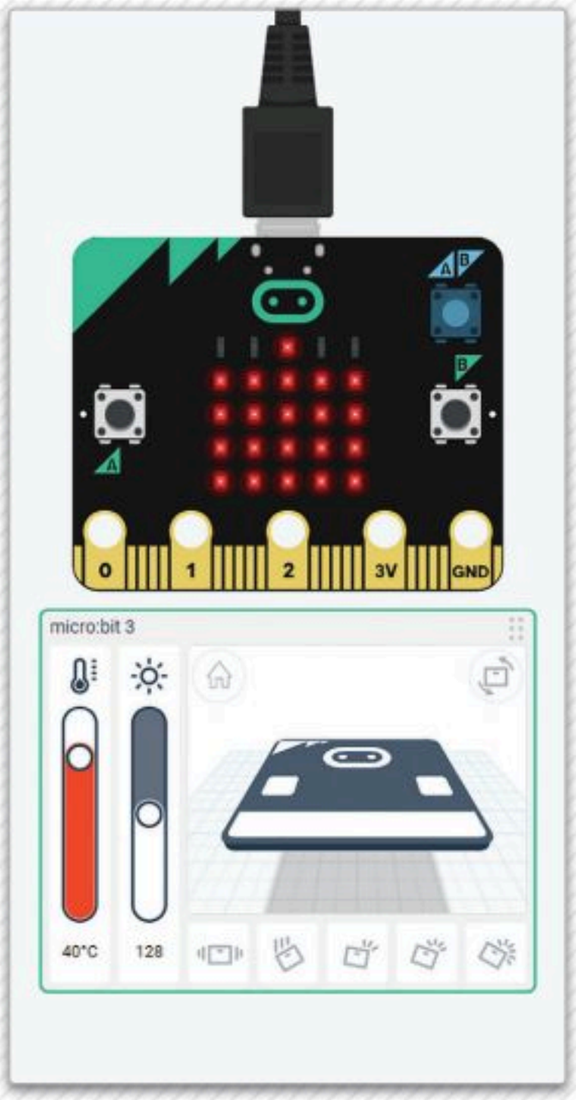
مثال



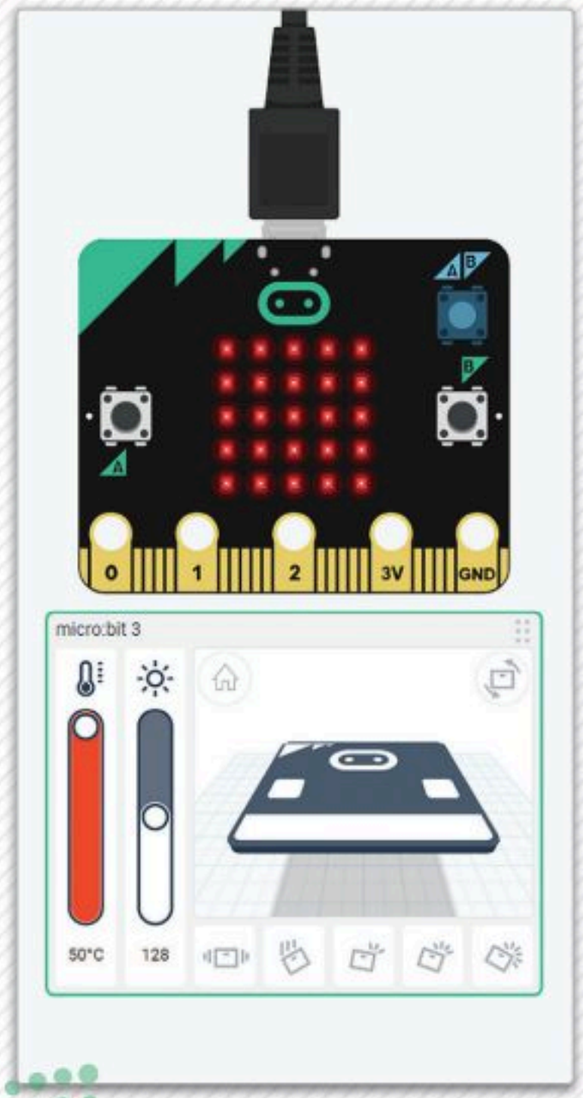
درجة الحرارة عند 21 درجة مئوية



درجة الحرارة عند 40 درجة مئوية



درجة الحرارة عند 50 درجة مئوية



لتشاهد مثالًا آخر، ولكن هذه المرة باستخدام مُستشعِر حساسية الإضاءة مع مصفوفة الدايودات المشعة للضوء.

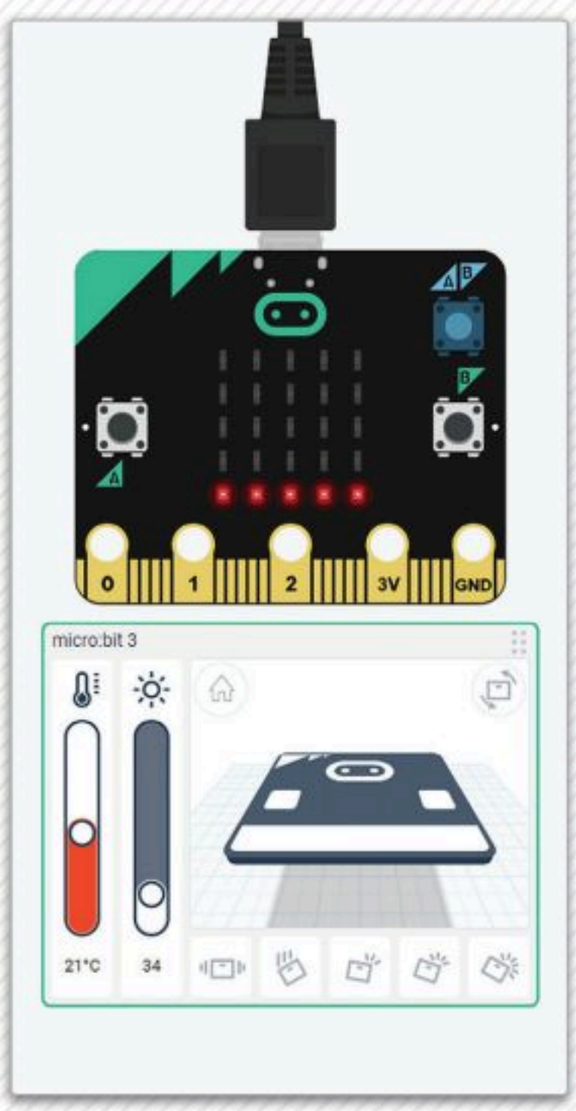
مثال

Simulator time: 0 | Code | Stop Simulation

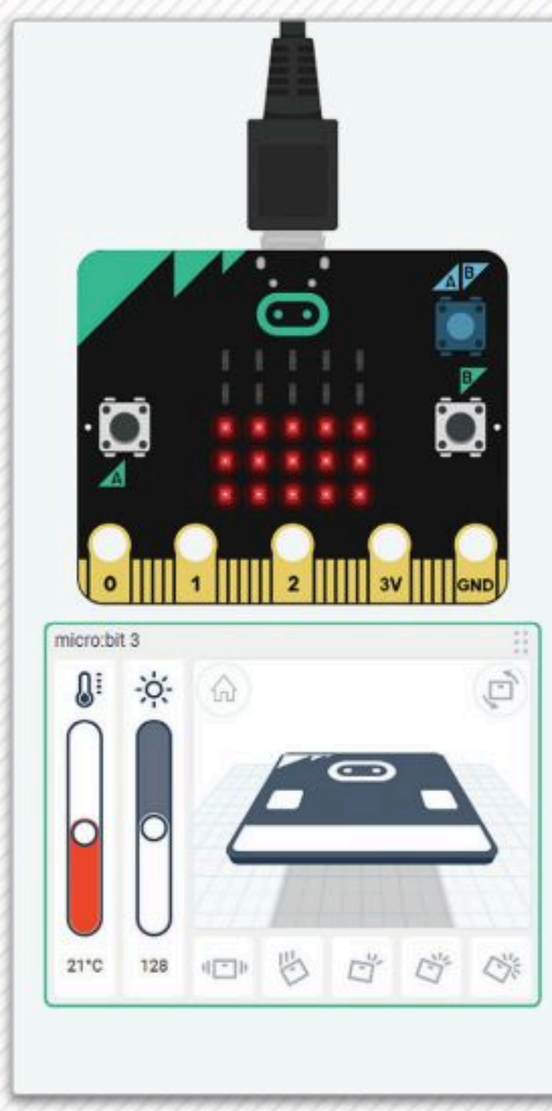
1 (micro:bit)

```
def on_forever():
  led.plot_bar_graph(input.light_level(), 255)
basic.forever(on_forever)
```

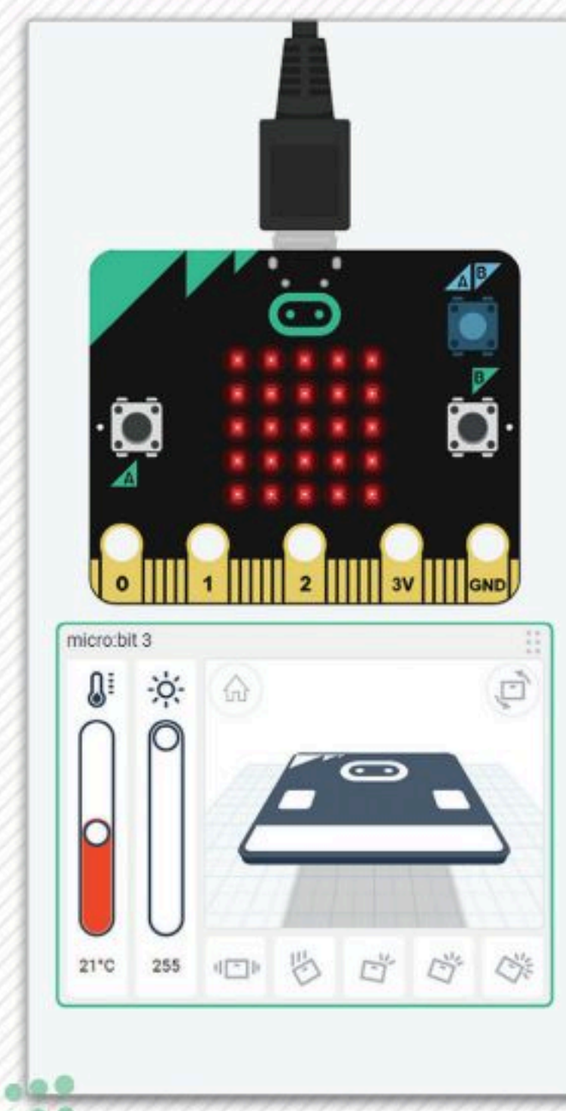
مستوى الضوء عند 34



مستوى الضوء عند 128



مستوى الضوء عند 255



تمرينات

1 كيف يمكنك استخدام جهاز التحكم الدقيق؟

_____

_____

_____

2 ما مزايا استخدام أجهزة التحكم الدَّقيقة؟

_____

_____

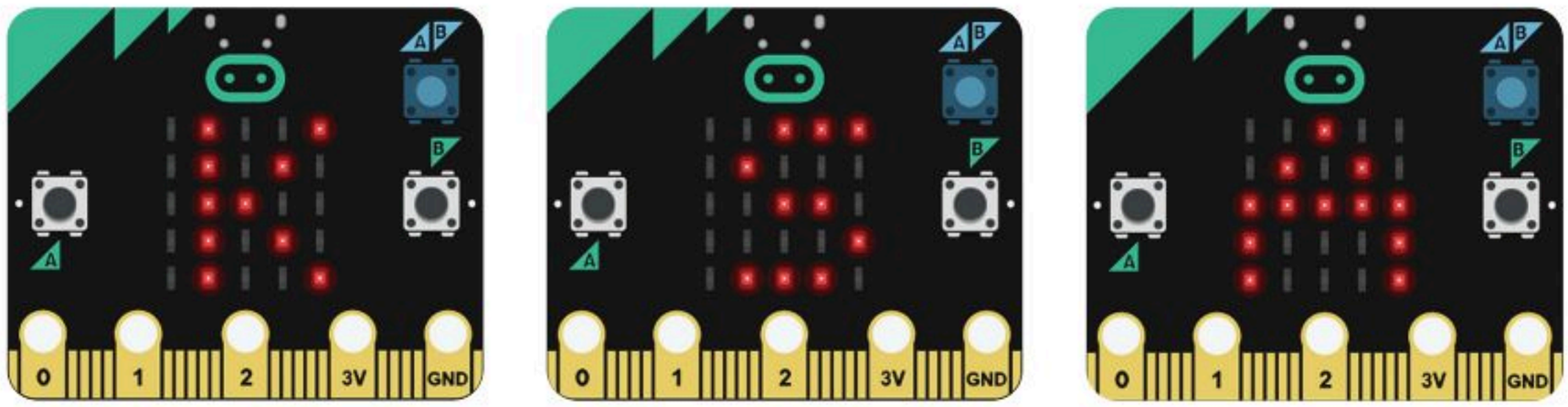
_____

_____

3 صِل العناصر الموجودة في الصف الأول مع مُسمياتها في الصف الثاني.

المكون في المحاكي					
اسم العنصر	مُستشعر الحركة (PIR)	مُحرِّك مؤازر	طنان كهربائي	مقاومة متغيرة	محرك تيار مستمر

4 أنشئ برنامجًا يعرض كلًا من الأحرف الإنجليزية "A"، و"S"، و"K" على مصفوفة الدايودات المشعة للضوء وذلك لثانية واحدة بالتناوب ودون توقف.



غيِّر البرنامج لجعل كل حرف يومض مرتين بسرعة قبل عرض الحرف الآتي، ثم أضف إيقافًا مؤقتًا مع مصفوفة إضاءة فارغة في نهاية حلقة التكرار.

5 لماذا تُستخدم القيمة 50 كقيمة قصوى لدرجة الحرارة عند استخدام دالة led.plot_bar_graph؟

_____

_____

ماذا سيحدث إذا استُخدمت قيمة أخرى؟

_____

شغِّل المحاكي ووضِّح ما تلاحظه.

_____

6 أنشئ برنامجًا في المايكروبت يعرض سهمًا نحو الأعلى إذا تجاوزت درجة الحرارة 21 درجة مئوية، ويعرض سهمًا نحو الأسفل إذا كانت درجة الحرارة أقل من 21 درجة. ما الذي يجب التأكد منه؟

عدِّل البرنامج ليعمل بشكل صحيح في جميع ظروف درجات الحرارة.

_____

_____

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

دائرة إلكترونية بجهاز تحكم دقيق

إنشاء نظام بسيط لإشارات المرور Building a Simple Traffic Light System

يمكن استخدام لوحة توصيل الدوائر لتصميم دوائر أكثر تعقيدًا تتضمن أجهزة التحكم الدقيقة مثل المايكروبت، حيث تتيح لوحة توصيل الدوائر إضافة المزيد من المكونات للدائرة.

يوجد في هذا المثال ثلاثة **دايودات مشعة للضوء** (LED) وثلاث مقاومات تتصل بلوحة توصيل الدوائر.

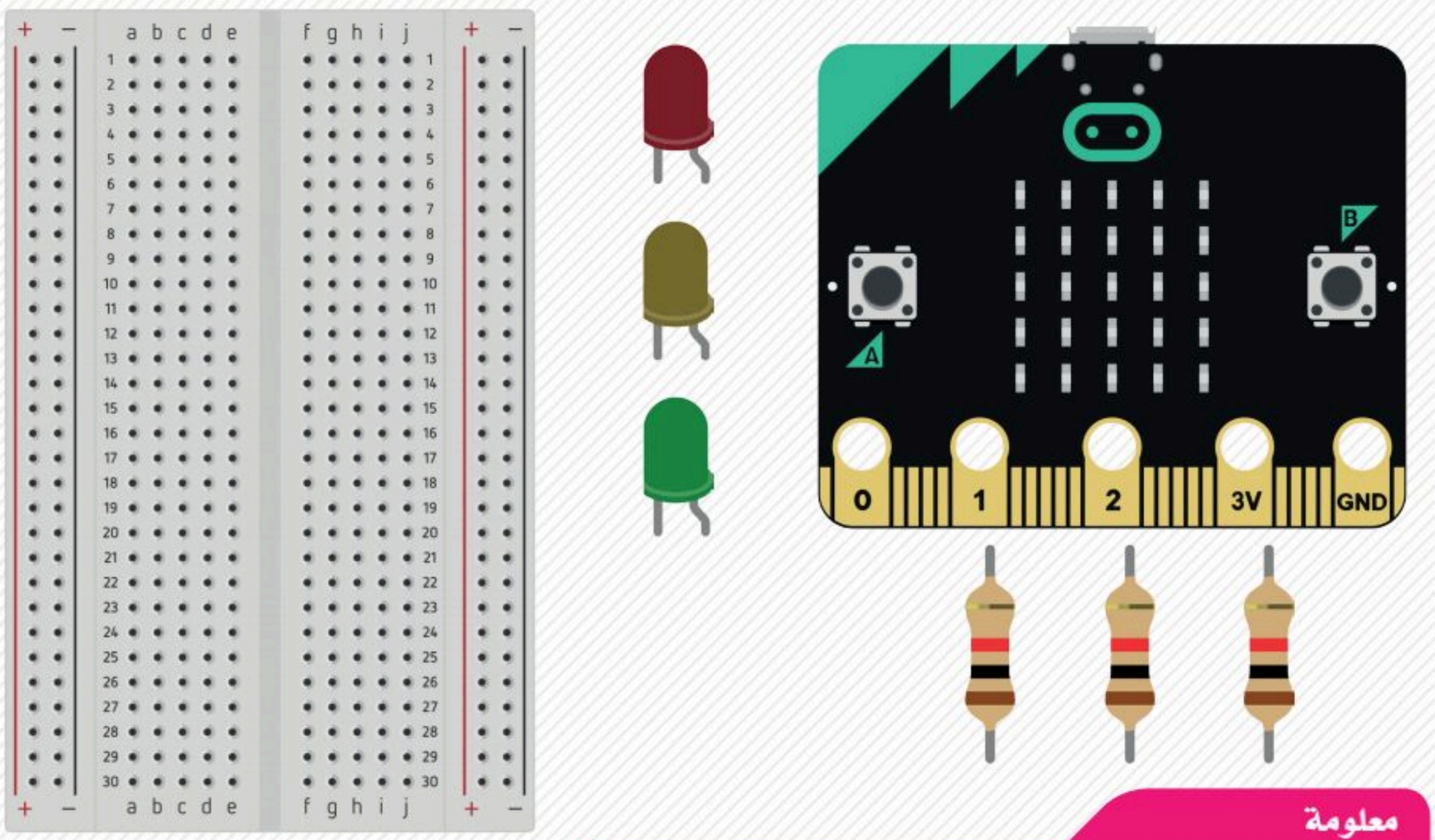
يُومض كل دايود مشع للضوء في هذا المثال لفترة وجيزة مقدارها 300 مللي ثانية، ثم يتبعه الدايود المشع للضوء التالي. يُوصّل كل دايود مشع للضوء بالأطراف P0 وP1 وP2 للمايكروبت.

- P0 --> دايود مشع للضوء الأحمر.
- P1 --> دايود مشع للضوء الأصفر.
- P2 --> دايود مشع للضوء الأخضر.

سيُرسل كل طرفٍ من أطراف المايكروبت إشارةً رقمية عبارة عن 1 إلى كل طرف لمدة 300 مللي ثانية.

سيسمح هذا للتيار الكهربائي بالمرور عبر الأسلاك ليومض الدايود المشع للضوء. أدناه تجد شرحًا توضيحيًّا لدائرة إلكترونية والأوامر البرمجية.

المكونات المستخدمة في هذا المشروع



معلومة

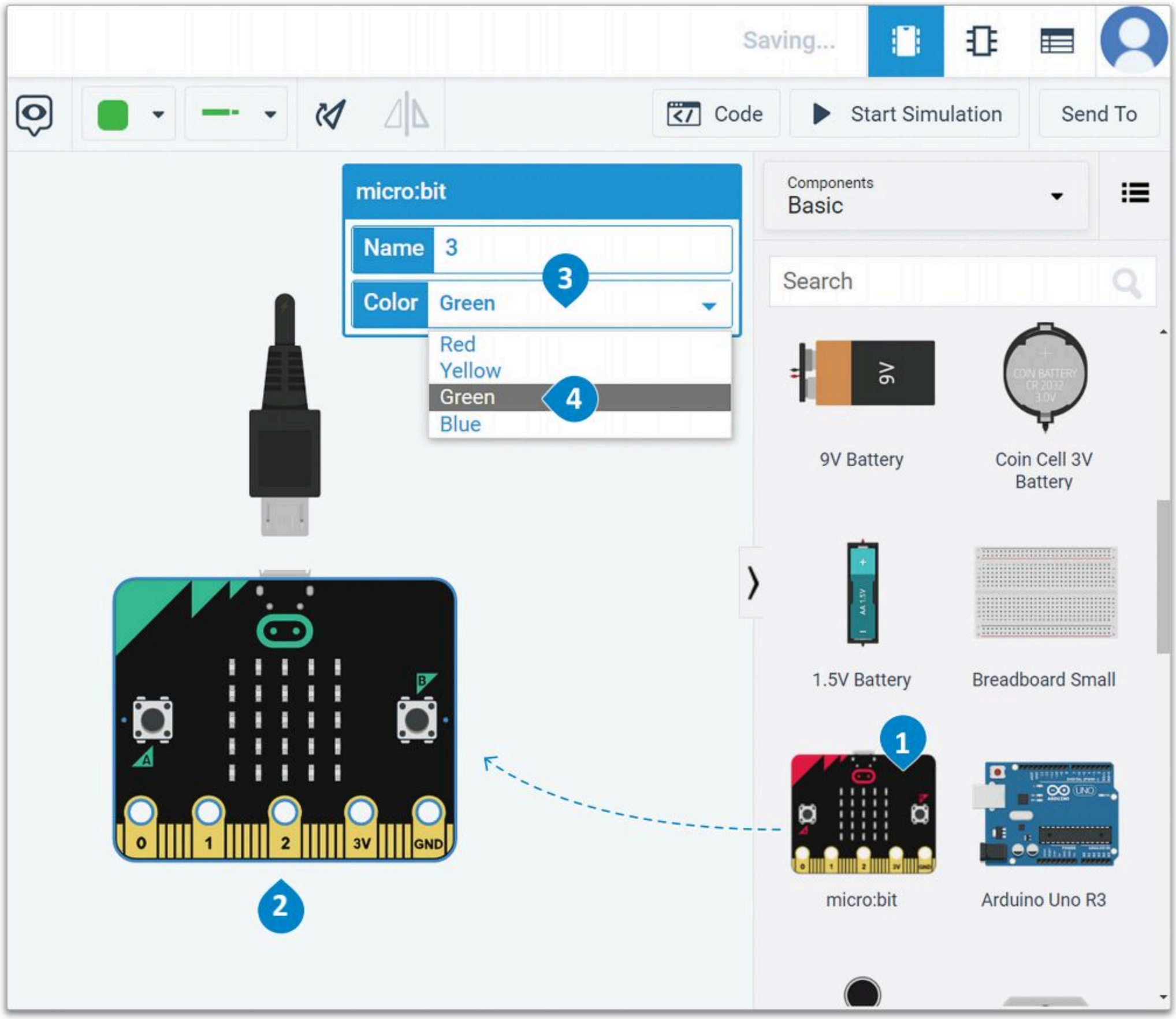
تُستخدَم المقاومة لخفض التيار الواصل للدايود المشع للضوء لحمايتِه من التّيار الفائض والحفاظ عليه من التّلف.

ستضيف الآن المايكروبت في مساحة العمل.

لإضافة المايكروبت:

> ابحث عن micro:bit (مايكروبت) من Components Library (مكتبة المُكونات)، 1
ثم اسحبه وأفلته في **مساحة العمل**. 2

> اضغط على القائمة المنسدلة، 3 واختر اللون Green (أخضر). 4



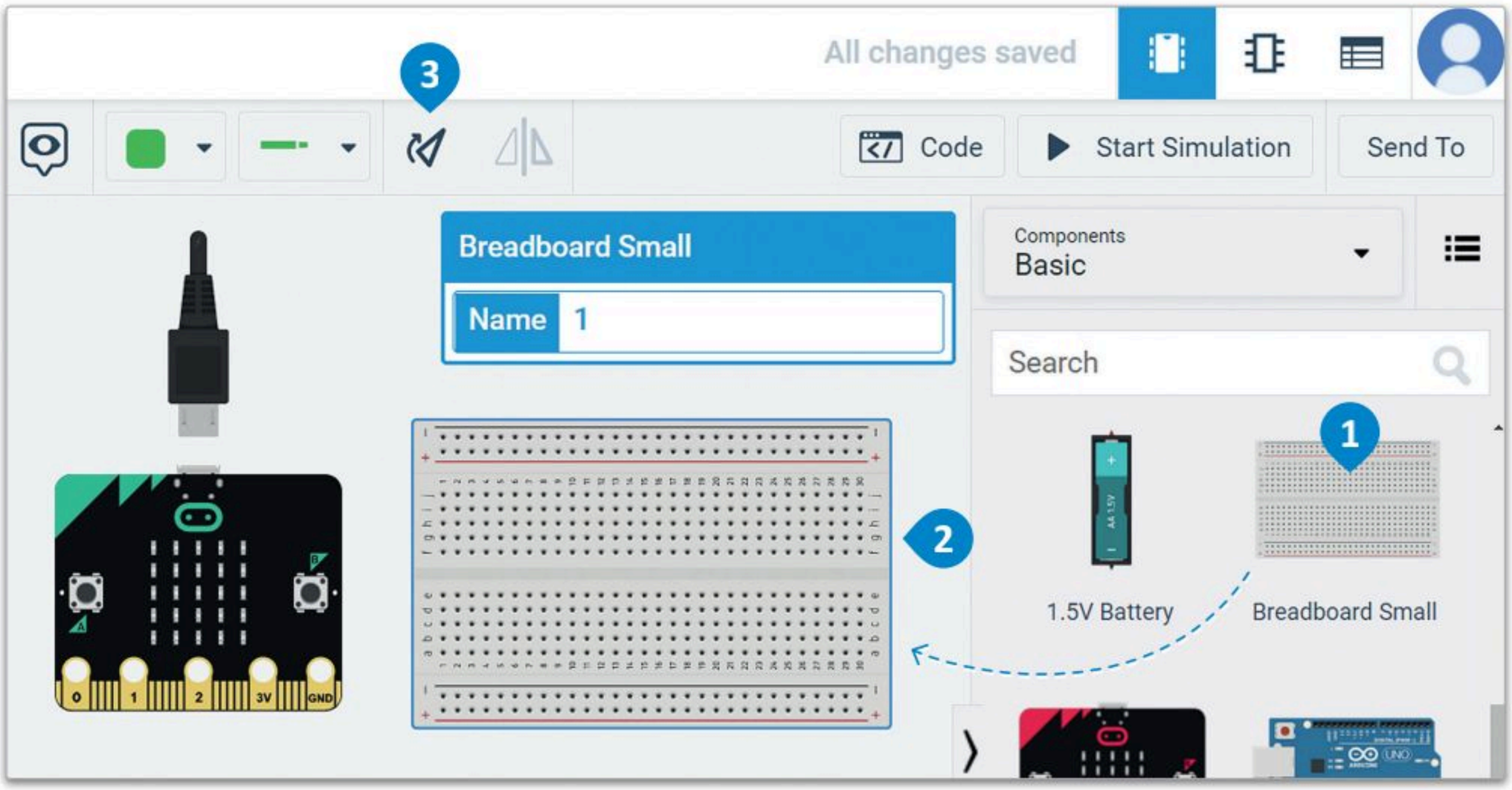
شكل 5.15: إضافة المايكروبت

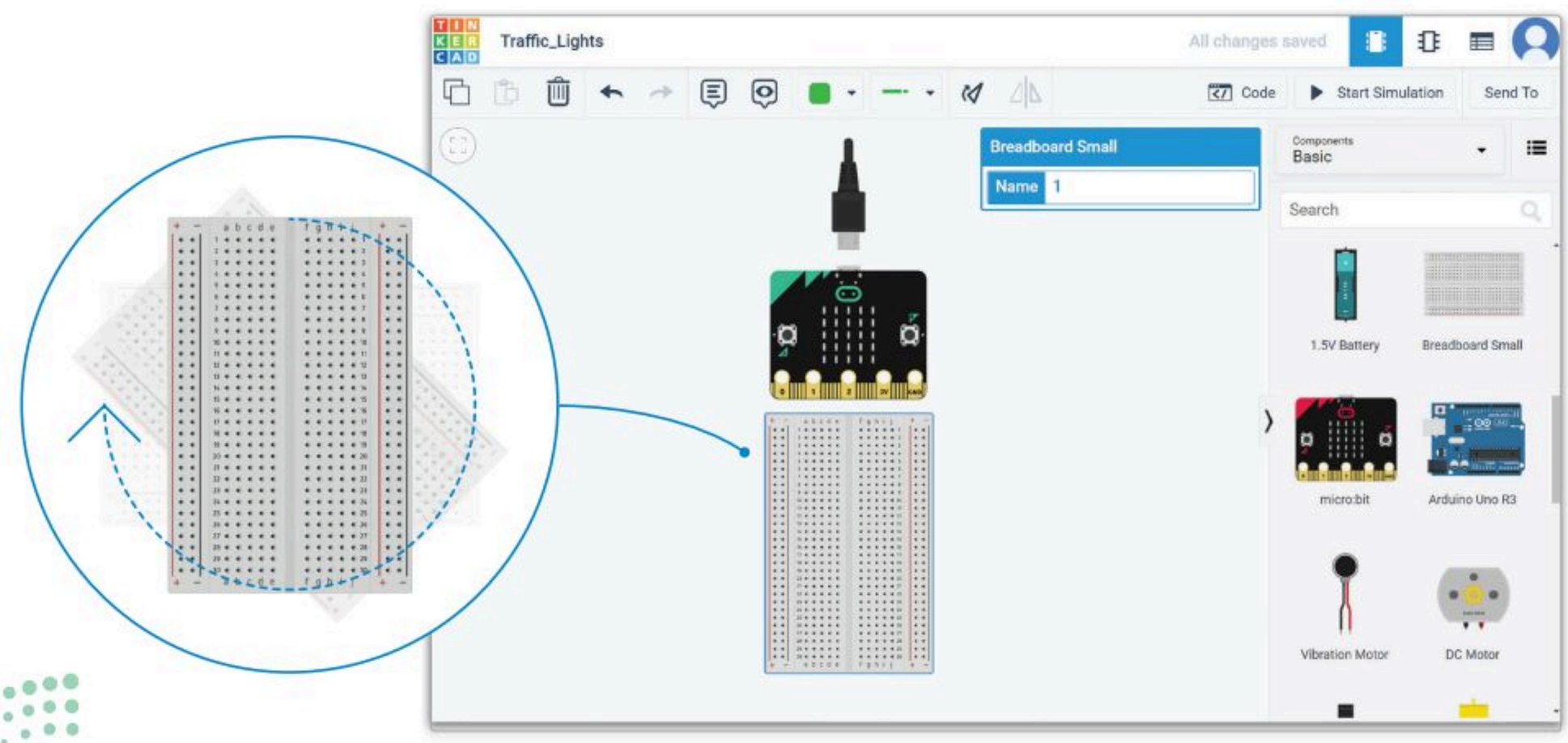
ستضيف الآن لوحة توصيل الدوائر في مساحة العمل.

لإضافة لوحة توصيل الدوائر:

> ابحث عن Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) في Components Library (مكتبة المكونات)، 1 واسحبها ثم أفلتها في **مساحة العمل**. 2

> اضغط على زر rotation (التدوير) ثلاث مرات. 3





شكل 5.16: إضافة لوحة توصيل الدوائر

ستضيف بعد ذلك ثلاثة دايودات مشعة للضوء في مساحة العمل وتُعدِّل ألوانها إلى الأحمر والأصفر والأخضر، وستضيف أيضًا ثلاث مقاومات قيمة كلٍّ منها 1 **كيلو أوم** (1kΩ) في مساحة العمل.

لإضافة الدايودات المشعة للضوء والمقاومات:

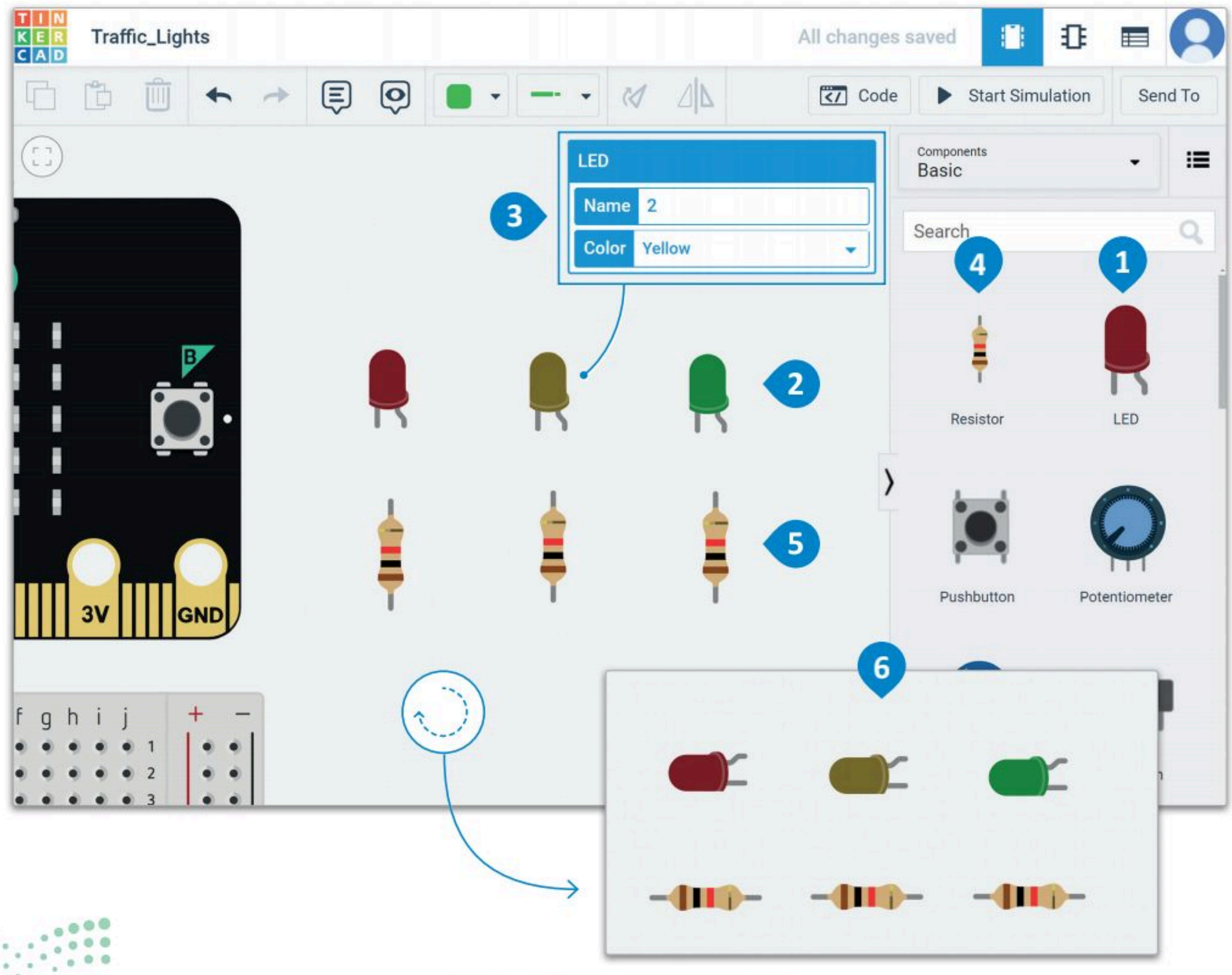
> ابحث عن LED (الدايود المشع للضوء) في Components Library (مكتبة المكونات). 1 واسحب وأفلت ثلاثة منها في **مساحة العمل**. 2

> غيّر لون **الدايود المشع للضوء الثاني** من Red (أحمر) إلى Yellow (أصفر) و**الدايود المشع للضوء الثالث** من Red (أحمر) إلى Green (أخضر). 3

> ابحث عن Resistor (المقاومة) في Components Library (مكتبة المكونات). 4 واسحب وأفلت ثلاثًا منها في **مساحة العمل**. 5

> قم بتدوير **الدايودات المشعة للضوء** و**المقاومات** لتصبح بشكلٍ أفقي في **مساحة العمل**. 6

لا تنسَ أن القيمة الافتراضية للمقاومة في دوائر تينكركاد هي 1 كيلو أوم.

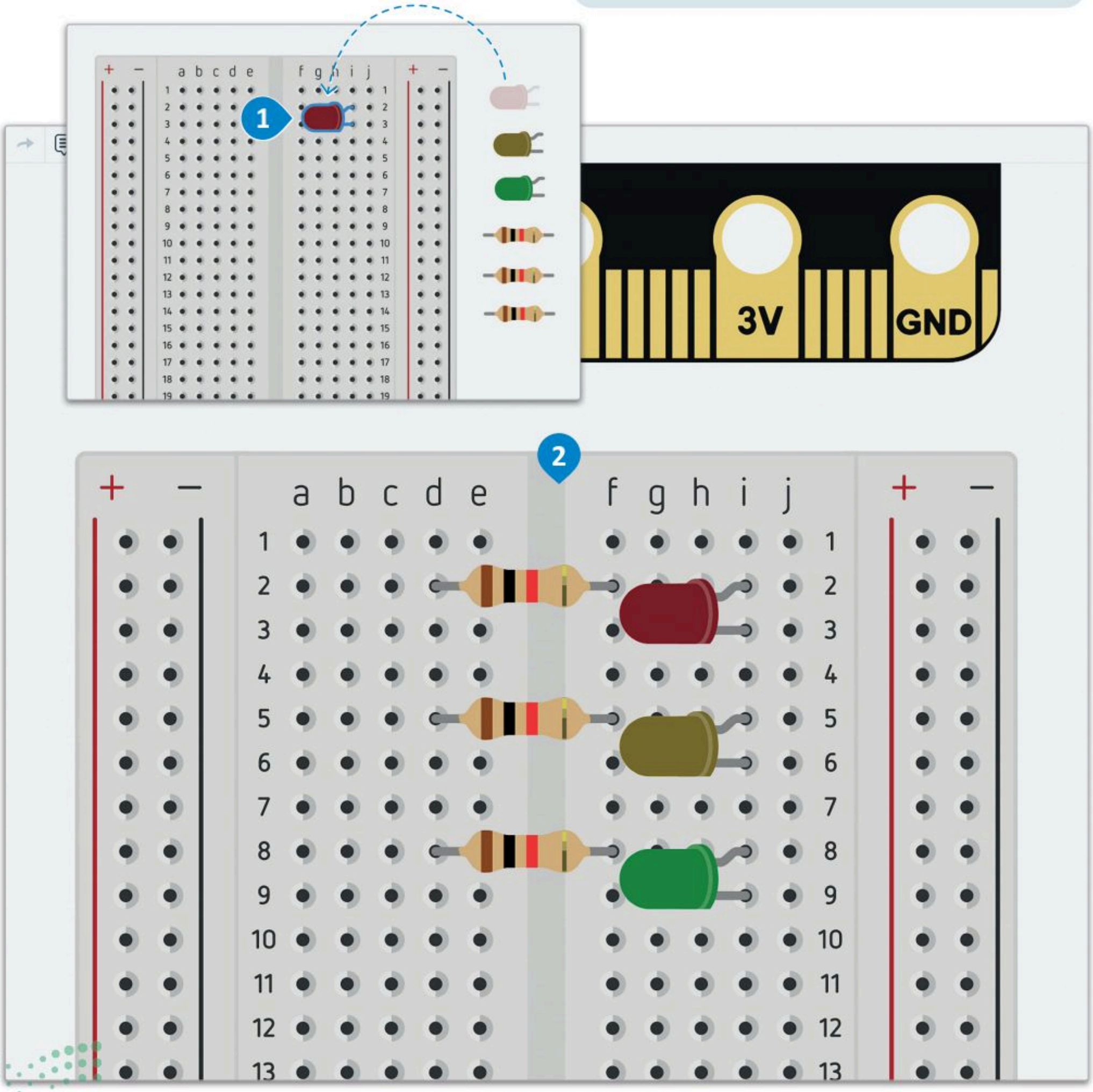


شكل 5.17: إضافة الدايودات المشعة للضوء والمقاومات

تابع توصيل كل مقاومة مع دايود مشع للضوء على التوالي في لوحة توصيل الدوائر.

لتوصيل المكونات على لوحة توصيل الدوائر:

> قم بسحب وتوصيل LEDs and Resistors (الدايودات والمقاومات) في Breadboard (لوحة توصيل الدوائر)، 1 وذلك بوضع سلك كل **دايود مشع للضوء ومقاومة** داخل ثقب في **لوحة توصيل الدوائر**. 2



شكل 5.18: توصيل المكونات على لوحة توصيل الدوائر

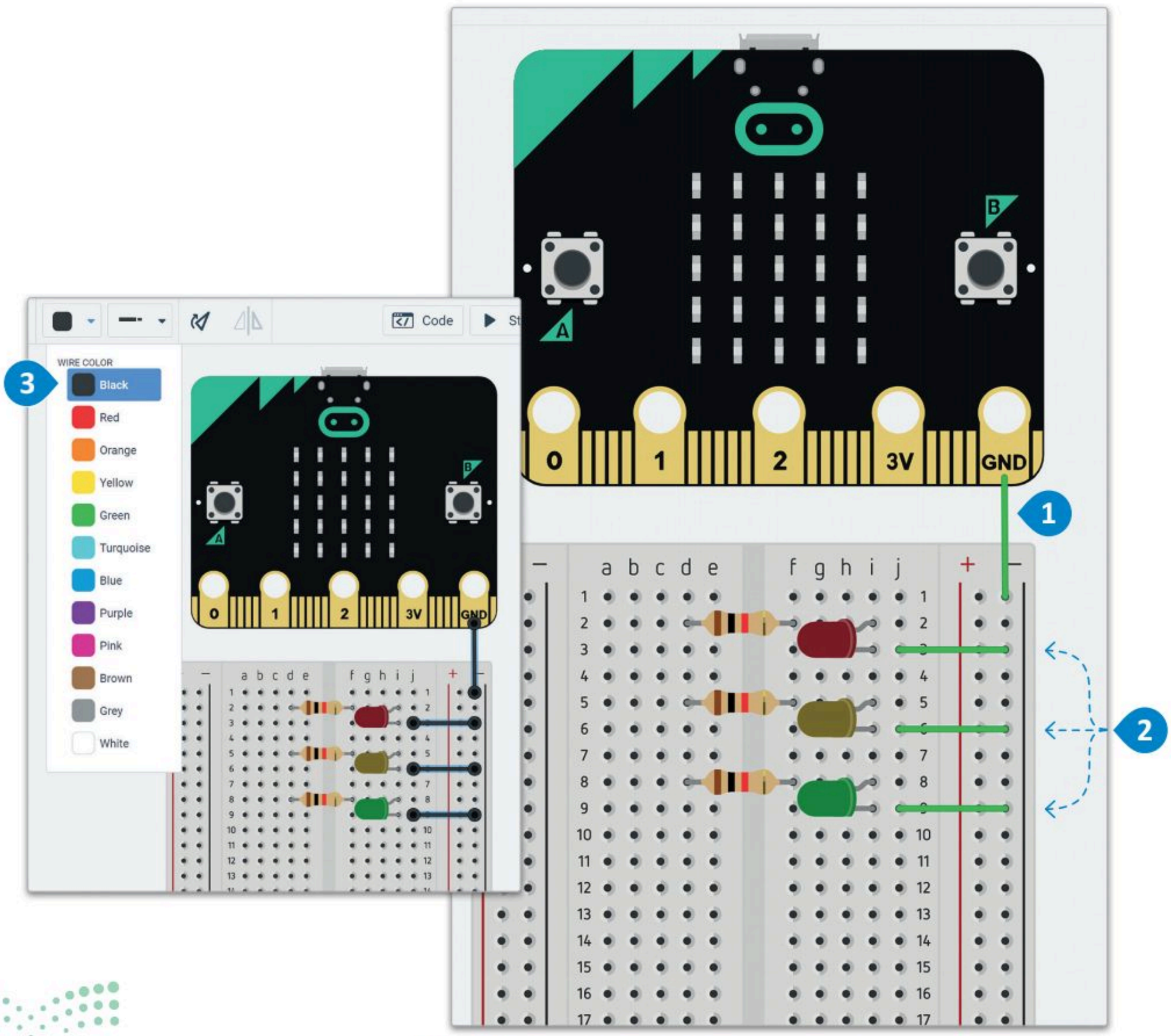
أنت الآن بصدد استخدام الأسلاك لتوصيل **المِهبط** (Cathode) للدايودات المشعة للضوء مع **الطرف الأرضي** (Ground pin) للمايكروبت.

لتوصيل المهابط مع الطرف الأرضي للمايكروبت:

> قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) للمايكروبت مع Negative Column (العمود السالب) **للوحة توصيل الدوائر.** 1

> قم بتوصيل LED Cathodes (مهابط الدايودات المشعة للضوء) مع Negative Column (العمود السالب) **للوحة توصيل الدوائر.** 2

> غيِّر ألوان جميع الأسلاك إلى اللون Black (أسود) لتشير إلى التوصيلات **السالبة.** 3



شكل 5.19: توصيل المهابط بالطرف الأرضي للمايكروبت

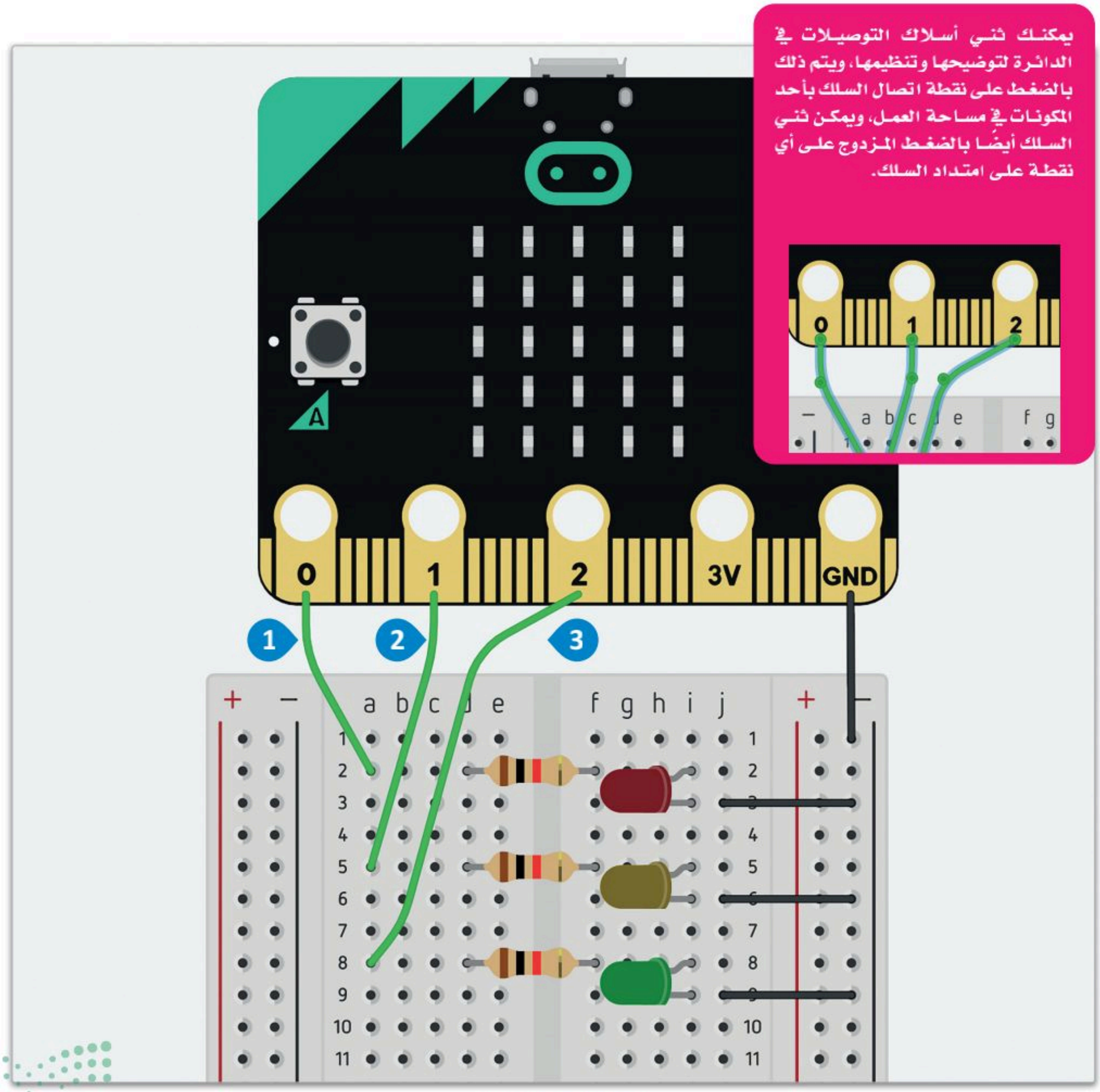
في الختام، ستقوم بتوصيل الأطراف P0 وP1 وP2 لكل زوج يتكون من مقاومة ودايود مشع للضوء.

لتوصيل الأطراف:

> قم بتوصيل الطرف P0 للمايكروبت بمدخل a2 من **لوحة توصيل الدوائر**. 1

> قم بتوصيل الطرف P1 للمايكروبت بمدخل a5 من **لوحة توصيل الدوائر**. 2

> قم بتوصيل الطرف P2 للمايكروبت بمدخل a8 من **لوحة توصيل الدوائر**. 3



شكل 5.20: توصيل الأطراف

بعد أن انتهيت من إعداد المكونات، أصبح بإمكانك بدء البرمجة، ويمكنك هنا التعرف على بعض الأوامر المتعلقة بأطراف المايكروبت، والتي يُمكِنُك استخدامها في البايثون:

لتحديد طرف المايكروبت (P0 أو P1 أو P2) المُرسِل للإشارات:

```
pins.analog_set_pitch_pin(AnalogPin.P0)
```

الأطراف هي أماكن توصيل الأسلاك بالمكونات الأخرى. ولقراءة القيمة التناظرية من الطرف P0 استخدم الأمر الآتي:

```
pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0)
```

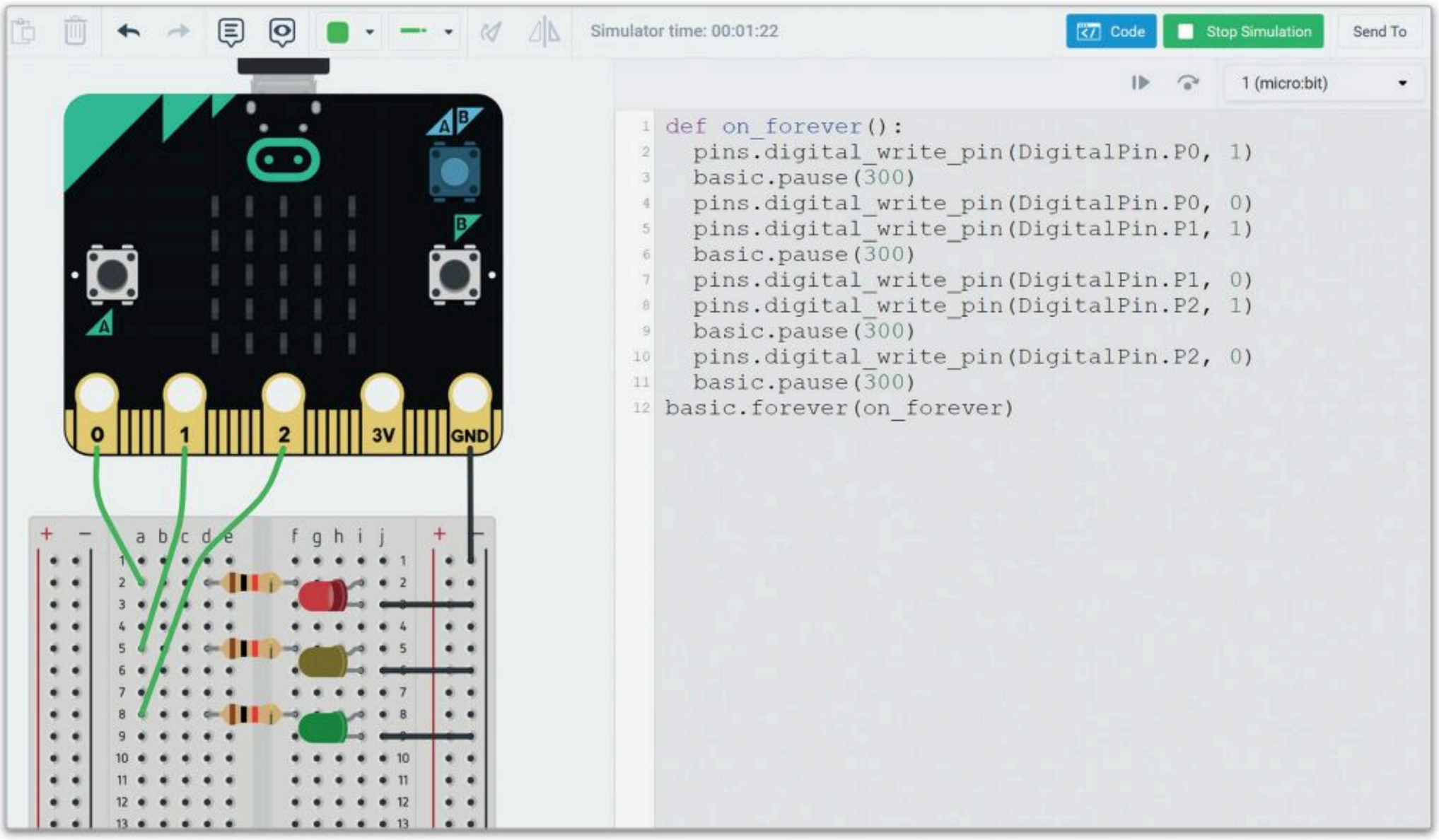
استخدم الأمر الآتي لإخراج قيمة إلى طَرَف، حيث يوضح هذا المثال إخراج قيمةٍ من الطَّرفِ التّنَاظُري P0 إلى الطَّرفِ التّنَاظُري P2:

```
p0_value = pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0)
pins.analog_write_pin(AnalogPin.P2, p0_value)
```

يتمثل الاختلافُ الرئيس بين القيم **التّناظرية** (Analog) **والرَّقمية** (Digital) في أن القِيَم التّناظُرية تحتَمِلُ أي عدد، بينما تنحصر القيم الرقمية في العددين 0 أو 1.

```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 0)
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)
```

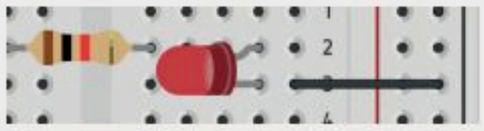
اكتب الأوامر البرمجية الآتية ثم ابدأ المحاكاة.



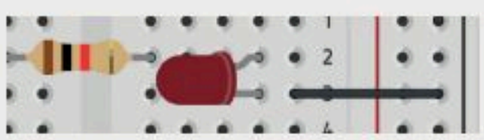
شكل 5.21: اختبار البرنامج

ستلاحظ وميض الدايودات المشعة للضوء الثلاث بالتناوب كل 300 مللي ثانية.

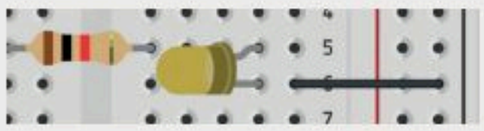
```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P0, 1)
```



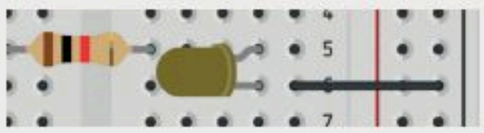
```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P0, 0)
```



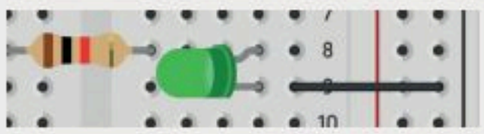
```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)
```



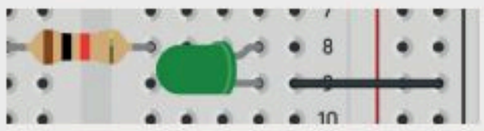
```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 0)
```



```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 1)
```



```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 0)
```



إنشاء نظام الإنذار الآلي
Build a Detection Alarm System

يجبُ استخدام مُستشعِر الحركة وطَنّانٍ كهربائي لإنشاء نظام الإنذار الآلي. يُبرمج الطّرف التّناظُري P2 في المايكروبت ليصدر الإشارات التماثلية. يتصل الطّرفُ السالب للطّنان الكَهربائي بالطّرف الأرضي للمايكروبت، ويتصل طَرَفُه المُوجَب بالطّرفِ التّناظُري P2 من أجل استقبال إشارات التشغيل.

يكتَشِفُ مُستشعِر الحركة دخول أي كائن في مجال رؤيته، وعندها يُرسل إشارةً رقمية قيمتُها 1 إلى طرف المايكروبت المتصل به، ويعرِضُ المايكروبت علامة تَعَجُّب ويُصدر نغمَةً صوتية مرّتين بفاصِل زمني قدره 100 مللي ثانية.

ويتّصِلُ المُستَشعِر بثلاثة أسلاكٍ أولها بالطرف الأرضي، والثاني بالطرف 3V من المايكروبت والذي يمده بالطاقة، والأخير بطرف الإشارة الرقمية لإرسالها إلى P0.

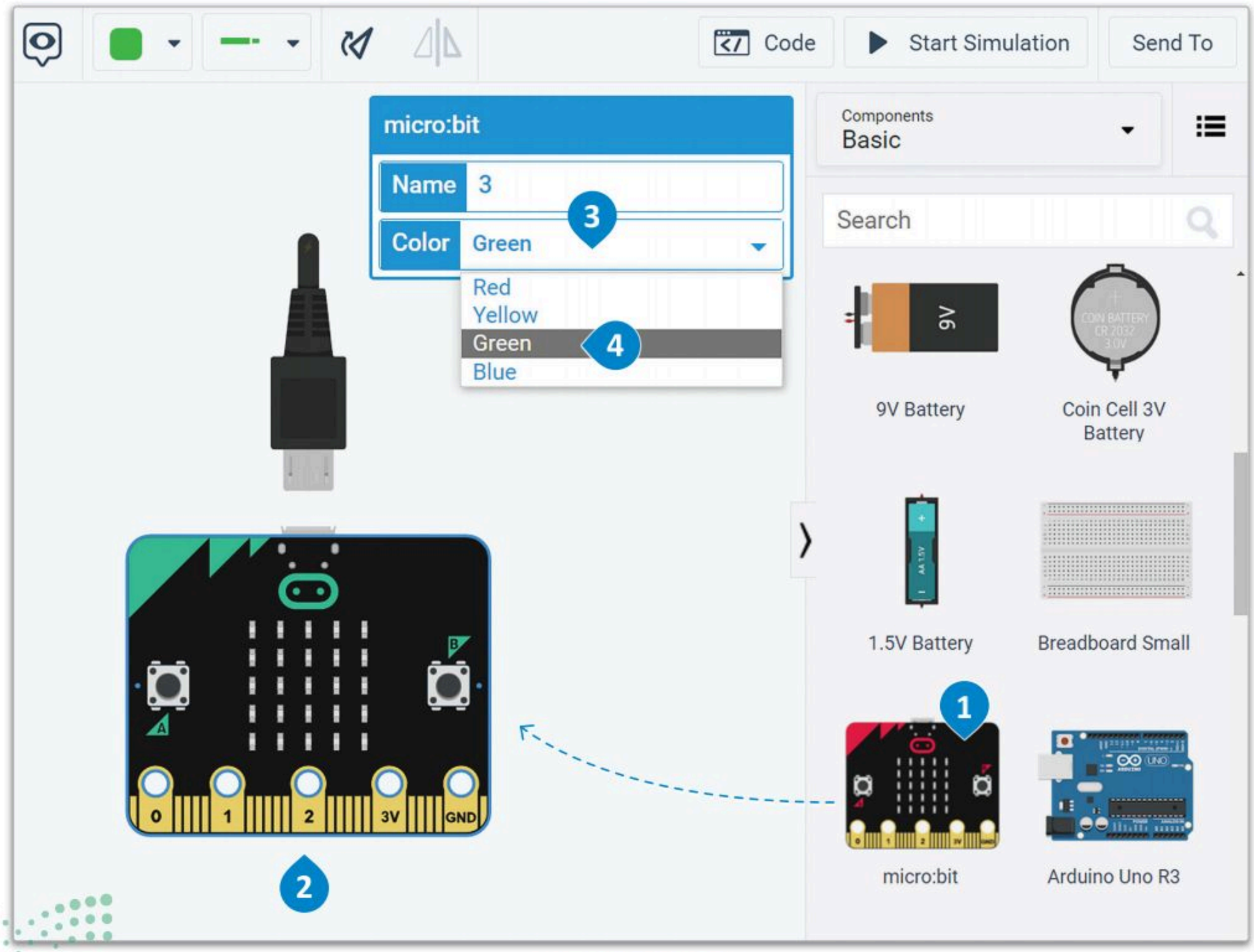
يمكنك الآن إنشاء الدائرة ثم برمجة المشروع.

شكل 5.22: الطنان الكهربائي ومُستشعِر الحركة

لإضافة المايكروبت:

> ابحث عن micro:bit (مايكروبت) من Components Library (مكتبة المُكونات)، 1 ثم اسحبه وأفلته في **مساحة العمل**. 2

> اضغط على **القائمة المنسدلة**، 3 واختر اللون Green (أخضر). 4



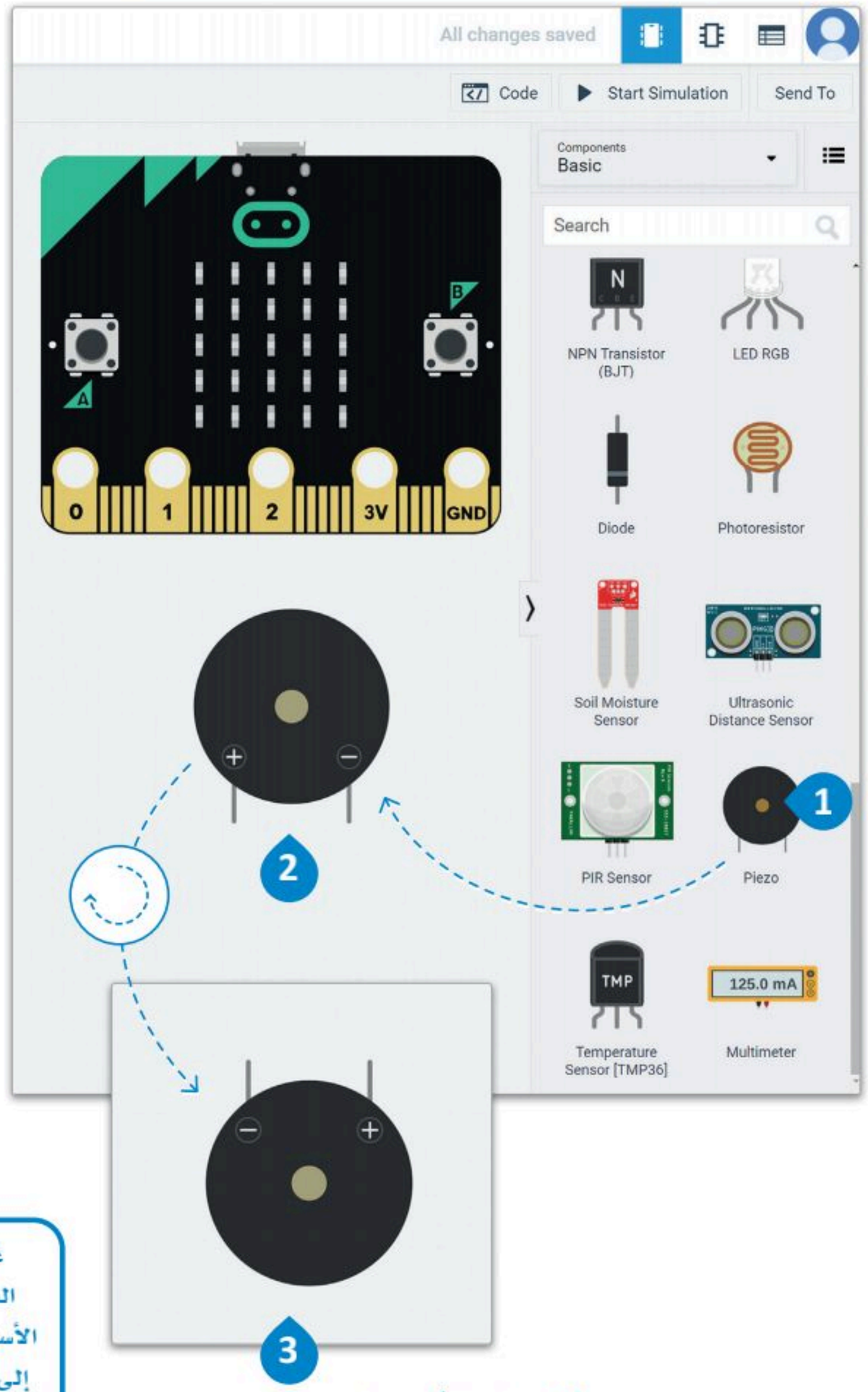
شكل 5.23: إضافة المايكروبت

إضافة طنان كهربائي إلى مساحة العمل.

لإضافة الطنَّان الكهربائي:

> ابحث عن Piezo (الطنان الكهربائي) في Components Library (مكتبة المكونات)، 1 واسحبه ثم أفلته في **مساحة العمل.** 2

> قم بتدوير Piezo (الطنان الكهربائي) بحيث تتجه **أطرافه** ناحية **المايكروبت.** 3



شكل 5.24: إضافة الطنَّان الكهربائي

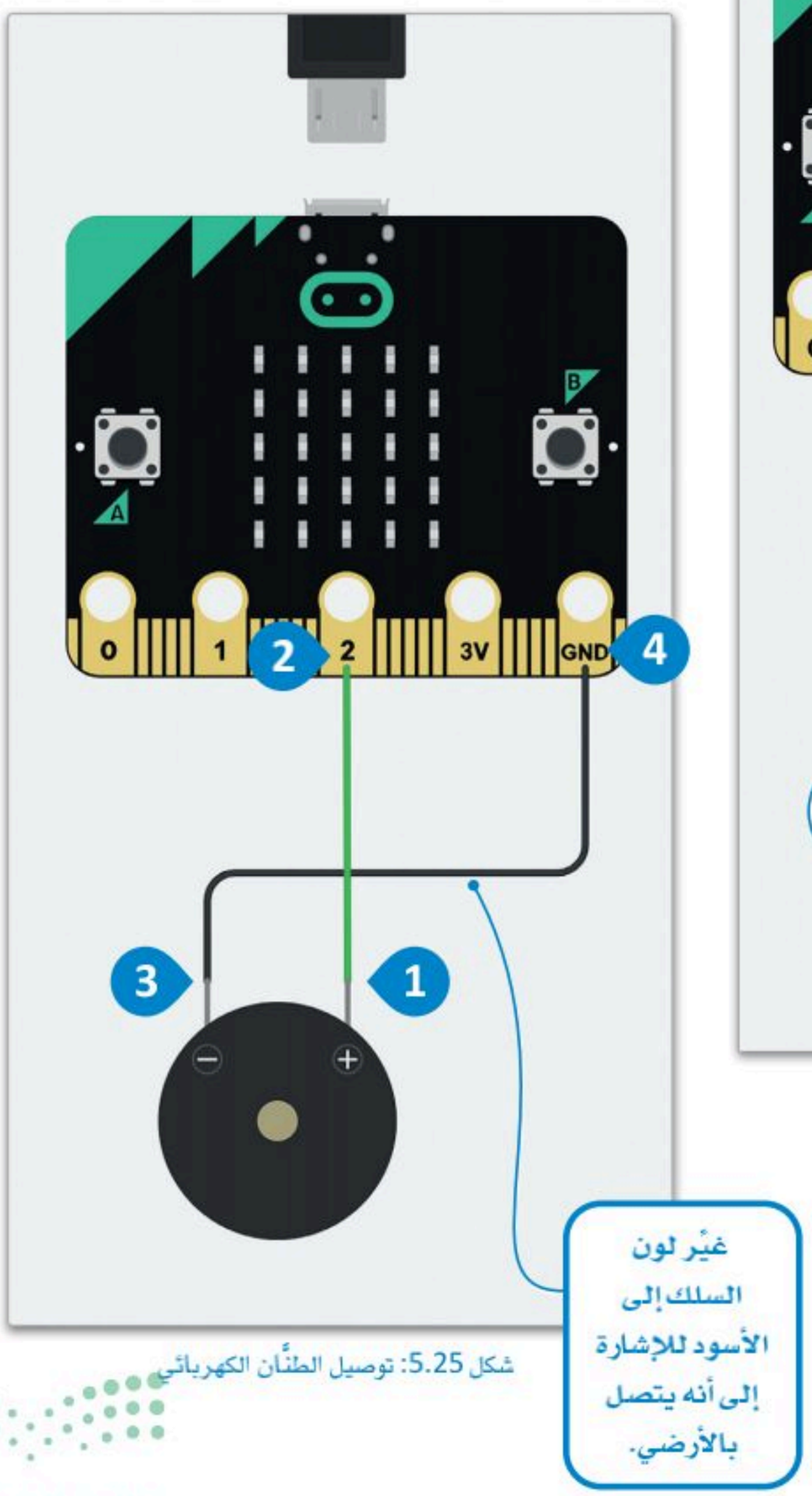
قم بتوصيل الطرف الموجب للطنان الكهربائي بالطرف P2 من المايكروبت.

سيكون هذا هو الطرف التماثلي الذي سيرسل إشارة النغمة إلى الطنان الكهربائي.

لتوصيل الطنَّان الكهربائي:

> قم بتوصيل **طرف الطنان الكهربائي الموجب،** 1 مع **الطرف 2** في المايكروبت. 2

> قم بتوصيل **الطرف السالب للطنان الكهربائي،** 3 مع GND (الطرف الأرضي) في المايكروبت. 4



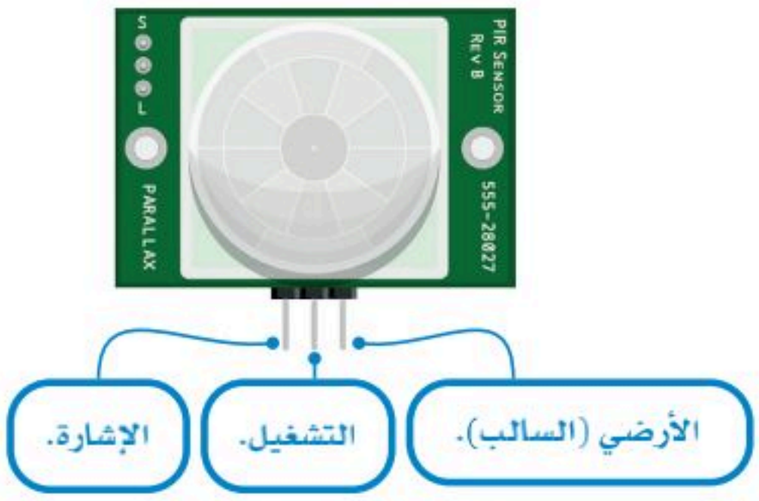
شكل 5.25: توصيل الطنَّان الكهربائي

إضَافَة مُستشعِر الحركة إلى مساحة العمل.

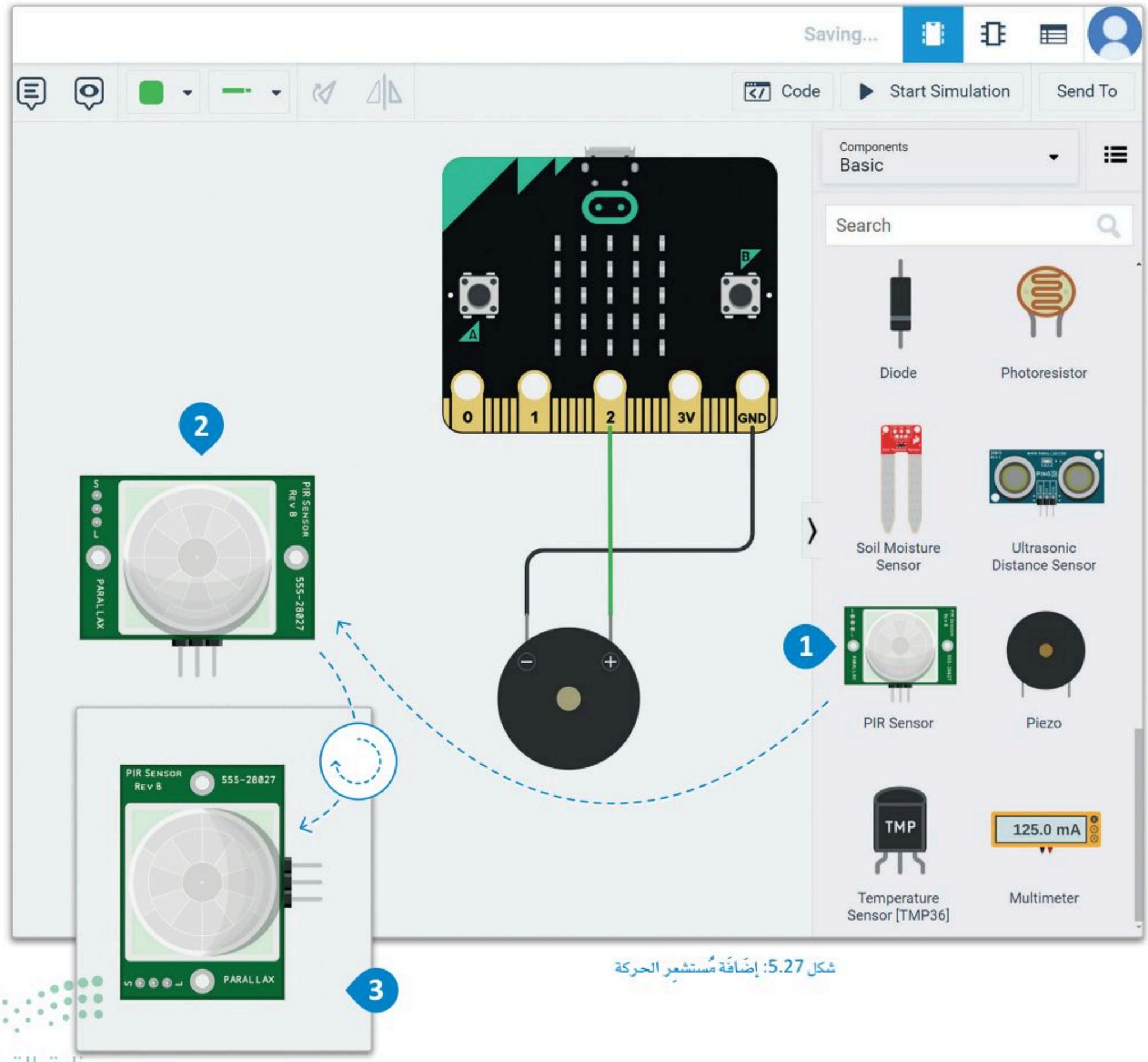
لإضافة مُستشعِر الحركة:

> ابحث عن PIR Sensor (مُستشعِر الحركة) في Components Library (مكتبة المكونات)، 1 ثم اسحبه وأفلته في **مساحة العمل.** 2

> قم بتدوير PIR Sensor (مُستشعِر الحركة) بحيث تتجه **أطرافه** ناحية **المايكروبت.** 3



شكل 5.26: مُستشعِر الحركة



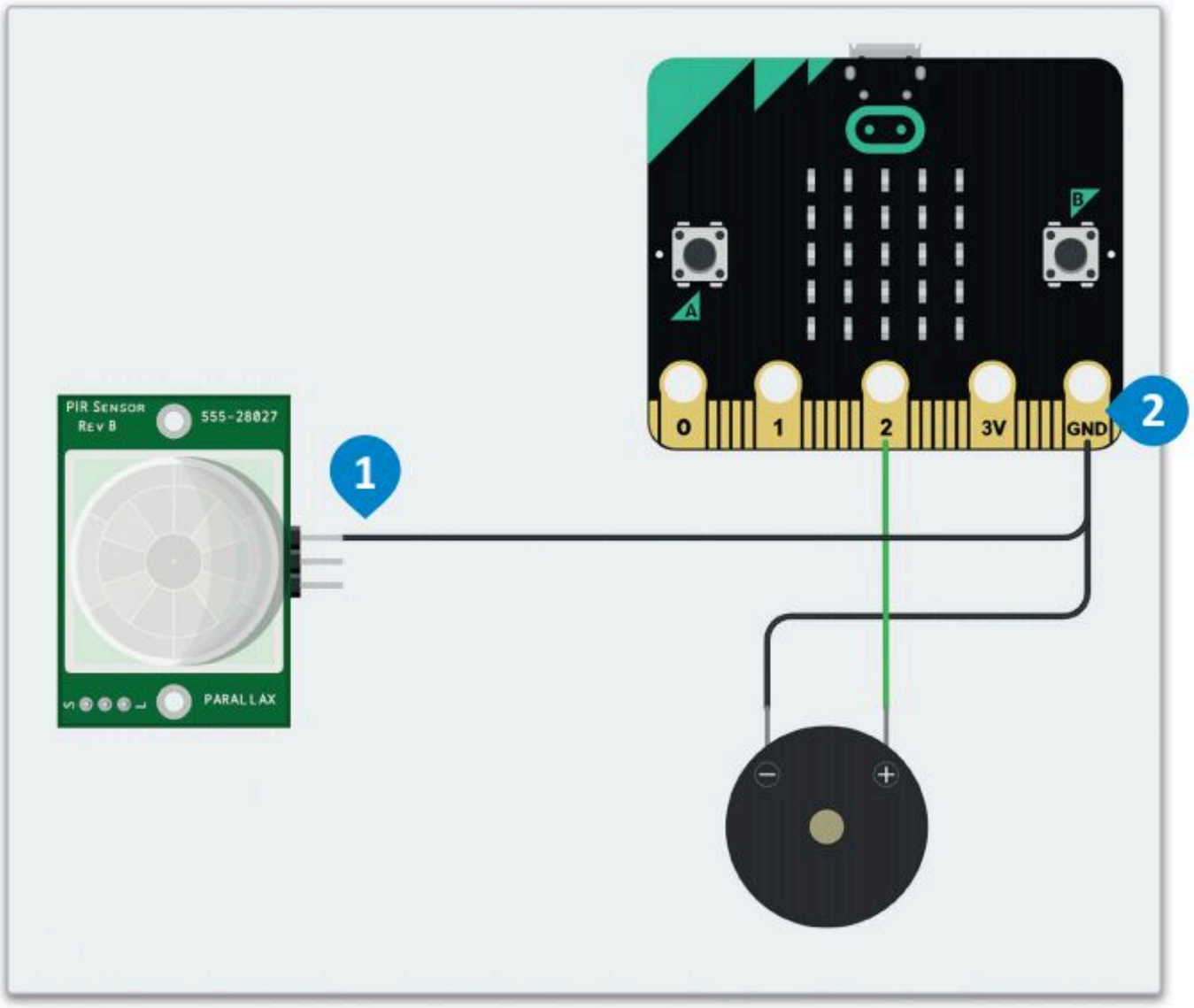
شكل 5.27: إضَافَة مُستشعِر الحركة

قم بتوصيل الطرف الأرضي لمُستشعِر الحركة بالطرف الأرضي للمايكروبت.

لتوصيل مُستشعِر الحركة:

> قم بتوصيل **الطرف الأرضي** لـ PIR Sensor (مُستشعِر الحركة)، 1 بـ GND (الطرف الأرضي) **للمايكروبت.** 2

اللون الافتراضي للسلك الجديد هو نفس لون السلك المُستخدم سابقًا.



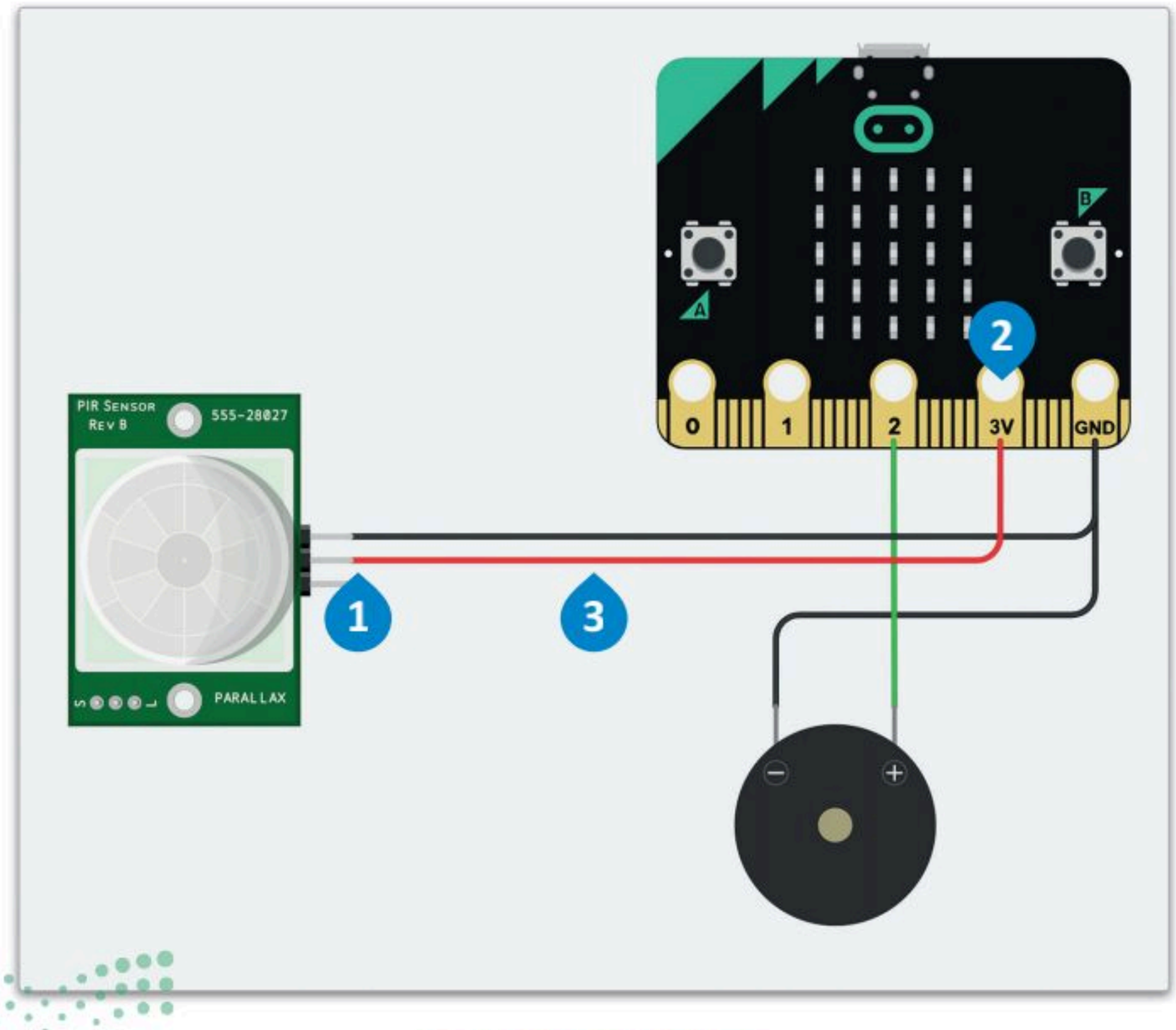
شكل 5.28: توصيل مُستشعِر الحركة

قم بتوصيل **طرف تشغيل** لمُستشعِر الحركة بالطرف 3V (مصدر الطاقة) في المايكروبت.

لتوصيل مُستشعِر الحركة:

> قم بتوصيل **طرف التشغيل** لـ PIR Sensor (مُستشعِر الحركة)، 1 إلى الطرف 3V (مصدر الطاقة) في **المايكروبت.** 2

> غيّر لون **السلك** إلى اللون Red (الأحمر). 3



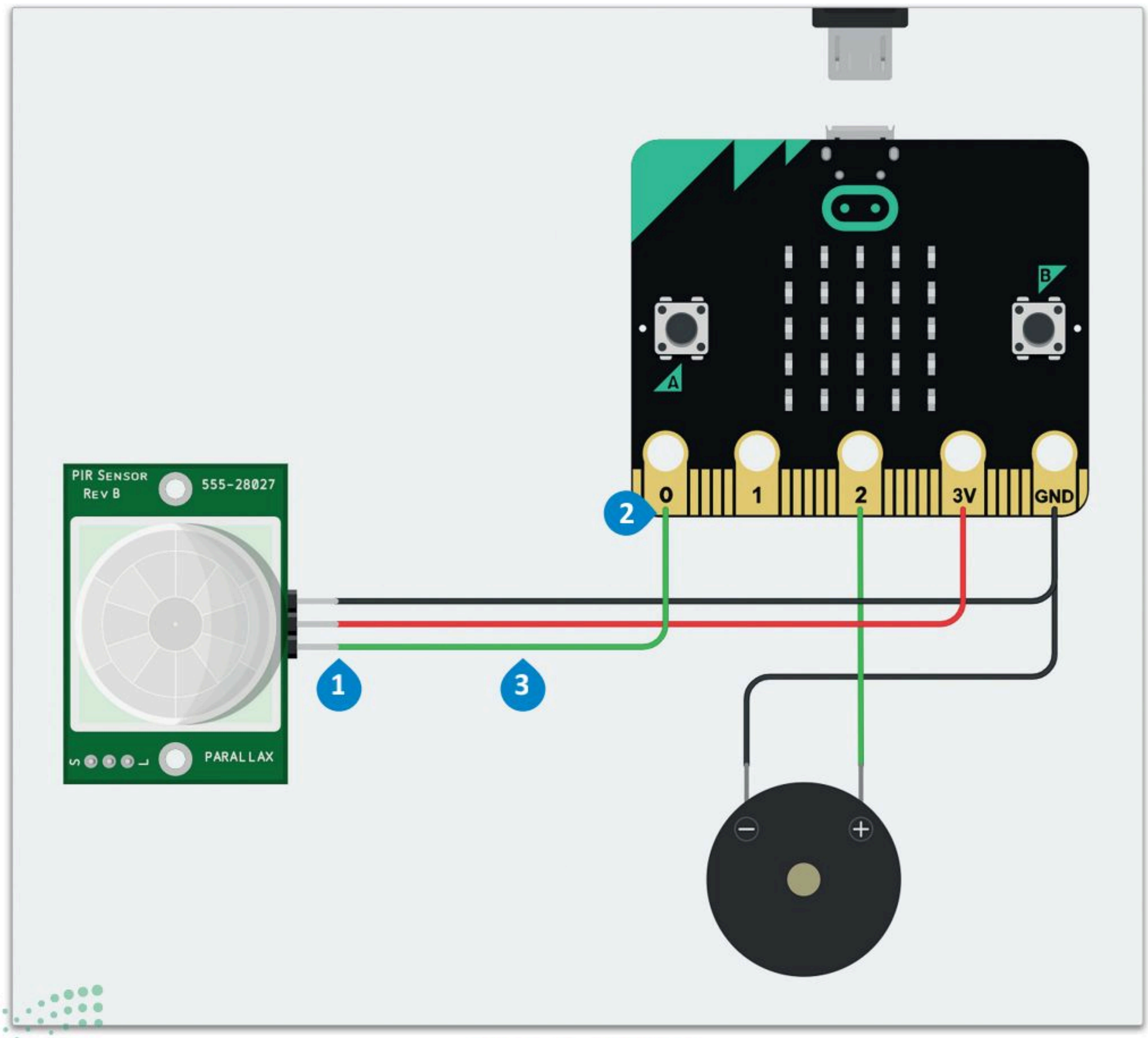
شكل 5.29: توصيل مُستشعِر الحركة

صِل طرف الإشارة لمُستشعِر الحركة بالطرف P0 في المايكروبت، حيث يُرسل هذا الطرف الرقمي إشارة 1 عند اكتشاف كائن في مجال الرؤية للمُستشعِر.

لتوصيل مُستشعِر الحركة:

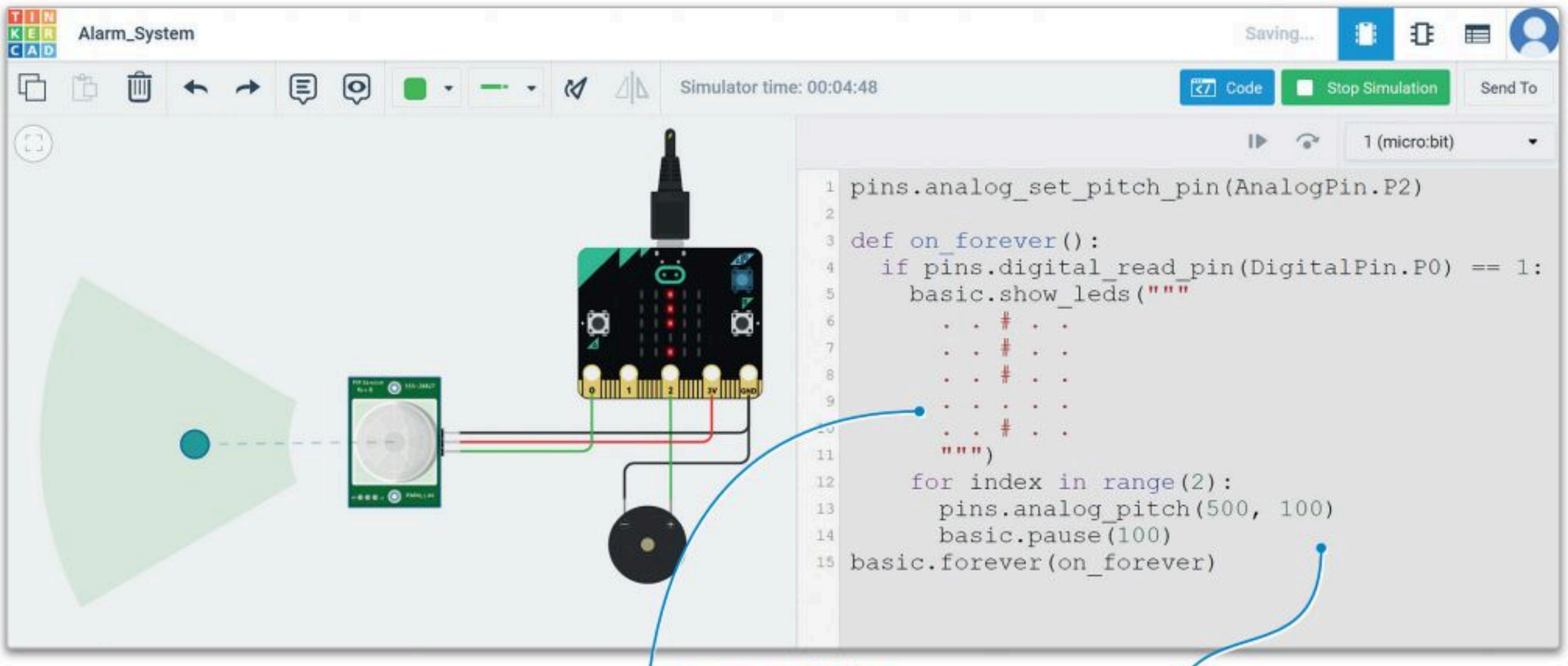
> قم بتوصيل **طرف الإشارة** لـ PIR Sensor (مُستشعِر الحركة)، 1 **بالطرف** 0 من **المايكروبت**. 2

> غيّر لون **السلك** إلى Green (أخضر). 3



شكل 5.30: توصيل مُستشعِر الحركة

الآن وبعد أن انتهيت من جميع التوصيلات، يمكنك إضافة الأوامر البرمجية الآتية واختبارها.

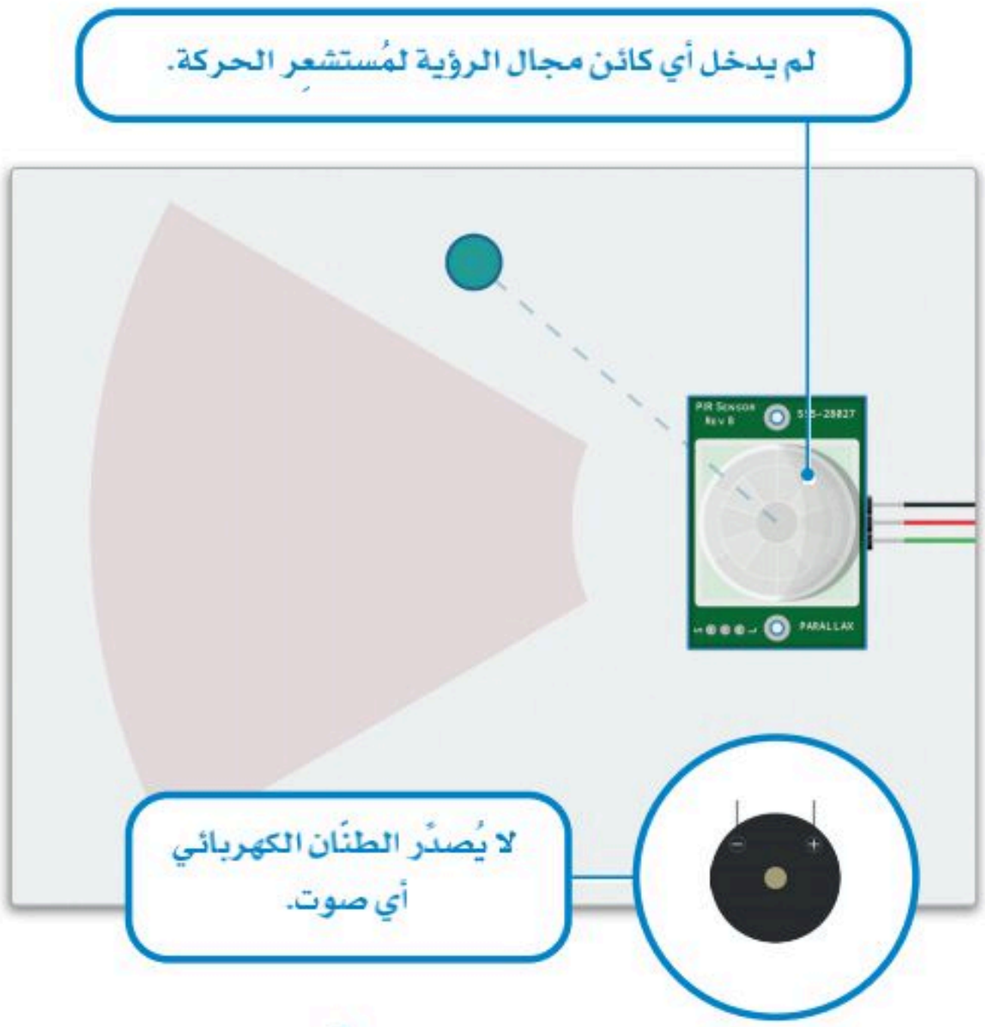


شكل 5.31: اختبار البرنامج

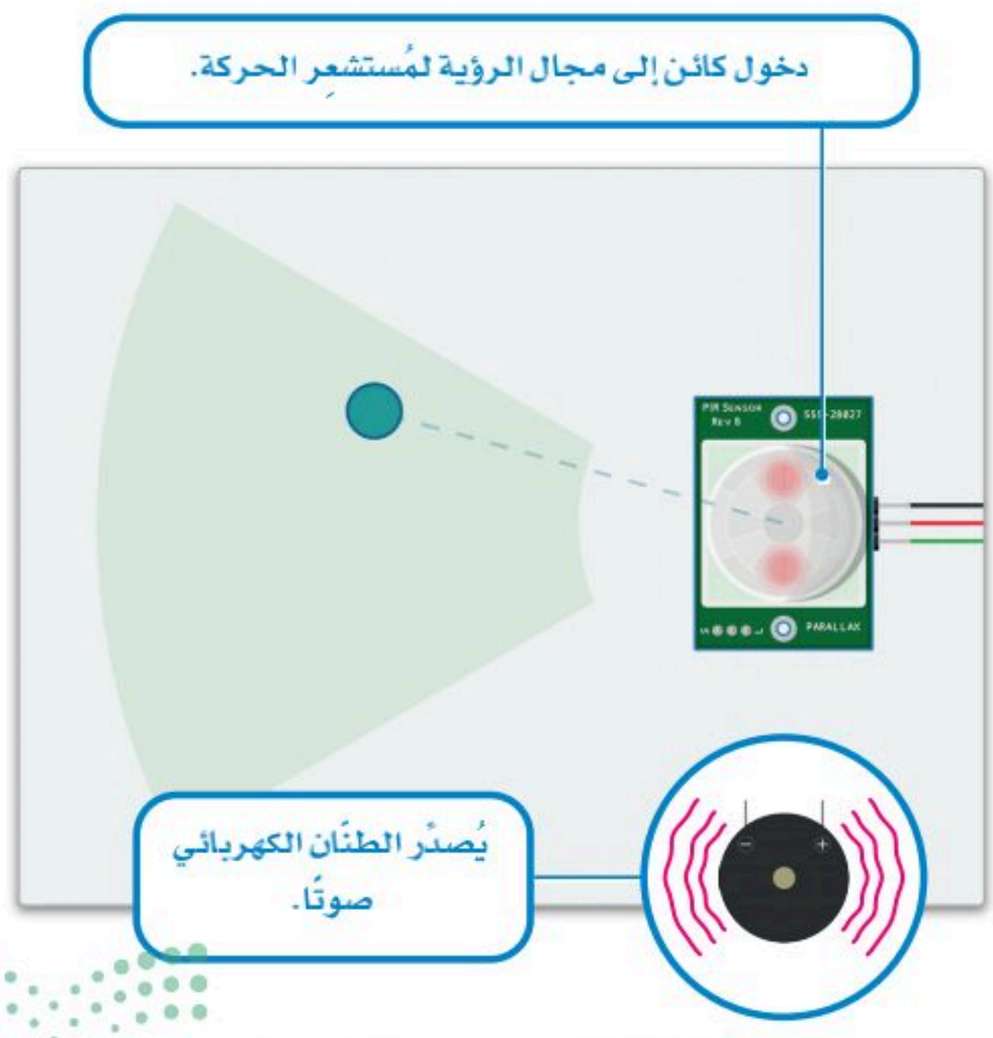
يُصدِّر الطنان كهربائي صوتًا مرتين، بتردد مقداره 500 هيرتز، بفارق 100 مللي ثانية (0.1 ثانية).

يعرض مُستشعِر الحركة علامة تعَجُّبٍ عند اكتشافه كائن.

عند استخدامك الطنان الكهربائي في أحد المشاريع، يجب أن تتحقق من كون حجم الصوت الصادر من حاسبك مرتفعًا بما يكفي للاستماع إلى الصوت الذي يصدره الطنان الكهربائي.



شكل 5.32: لا يوجد كائن في مجال الرؤية لمُستشعِر الحركة

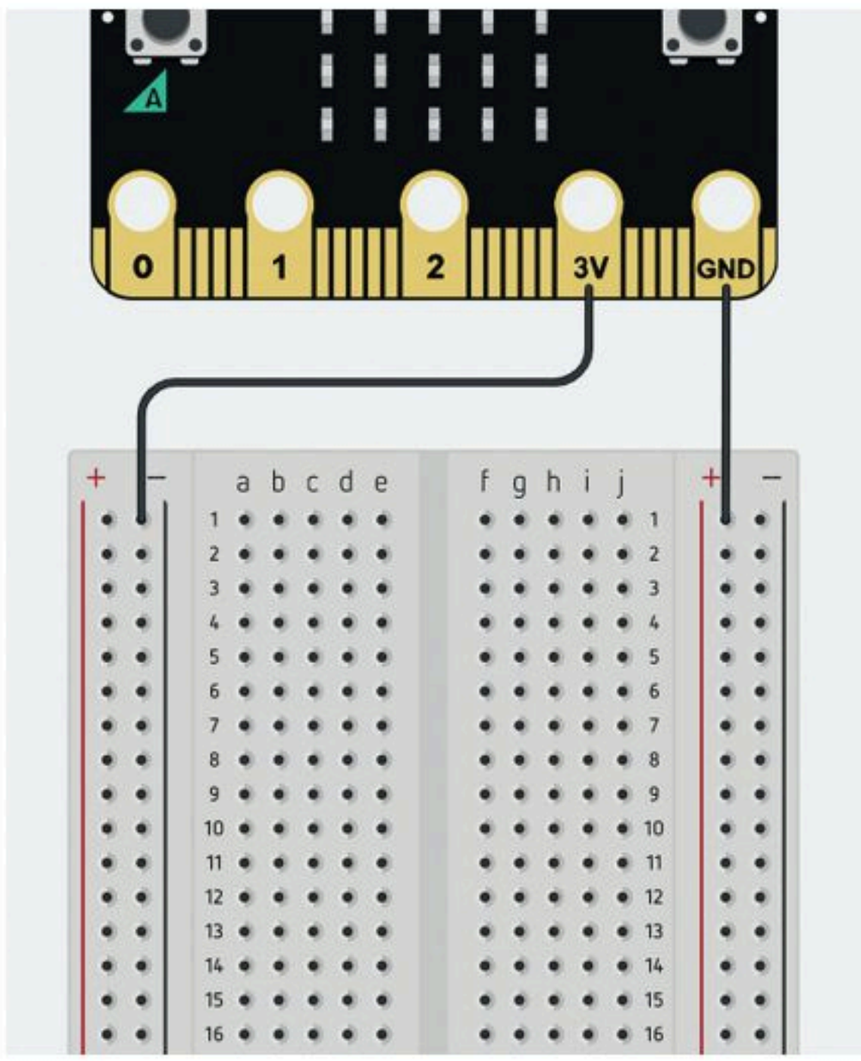


شكل 5.33: كائن في مجال الرؤية لمُستشعِر الحركة

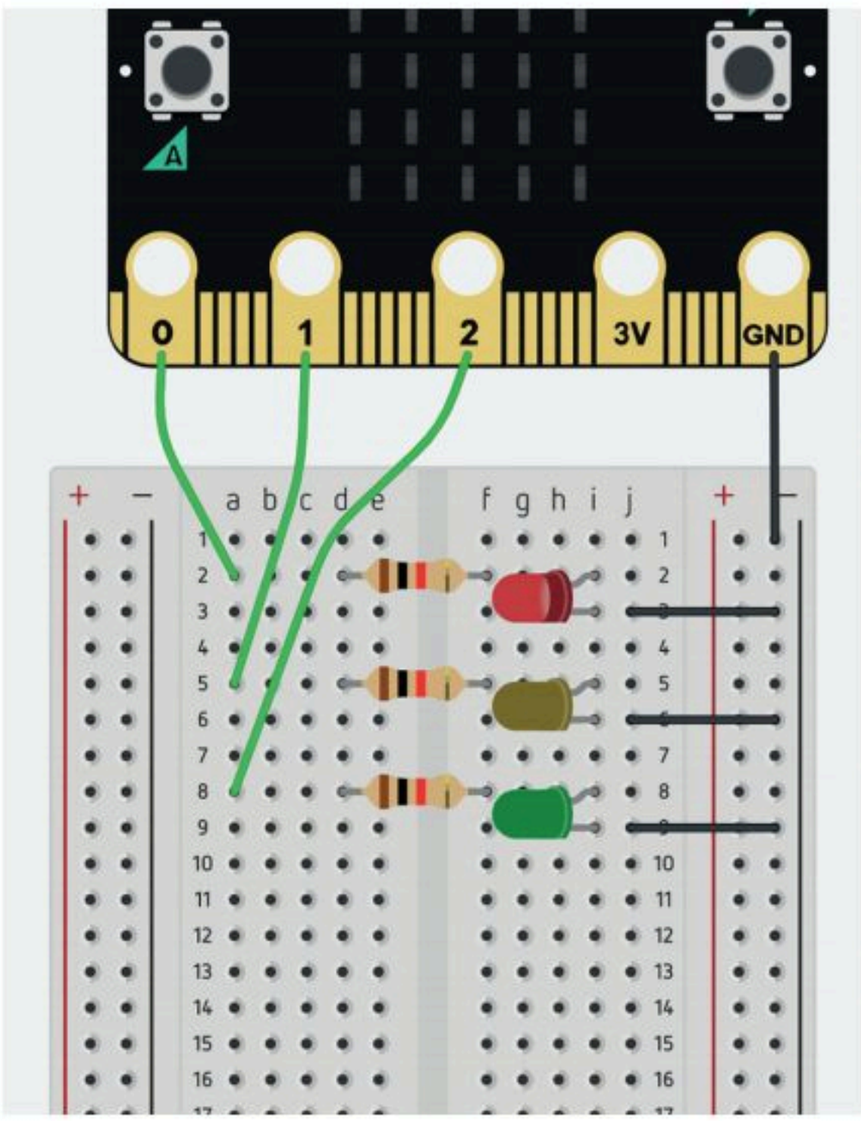
تمرينات

1 ما المُكون الذي يتيح إضافة المزيد من المكونات الإلكترونية للدائرة بسهولة؟

2 هل يمكنك تحديد الخطأ في هذه التوصيلات؟ وما الذي يتعين عليك فعله لتصحيحه؟



3 ما الغرض من استخدام المقاومات في الدائرة الإلكترونية أدناه؟



4 في مشروع الدرس الخاص بدائرة إشارات المرور لم يُستخدم الطرف 3V من لوحة المايكروبت، حسب معلوماتك، كيف تُشغَّل الدايودات المشعة للضوء؟

---

5 ما الفرق الرئيس بين مُستشعِر المسافة ومُستشعِر الحركة؟ ثم ابحث في الإنترنت عن تطبيقات على استخدام هذه المكونات الإلكترونية.

---

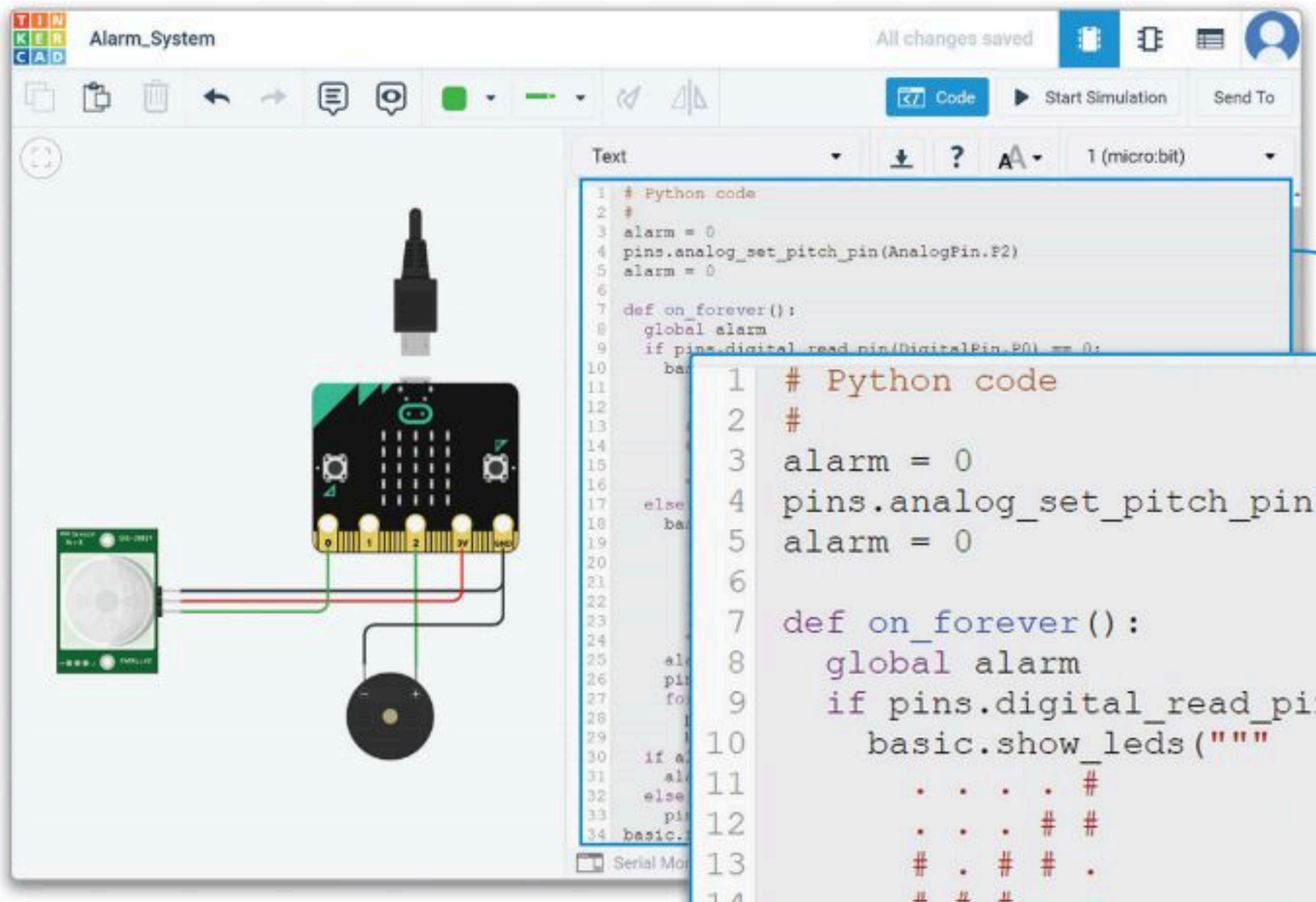
6 كم عدد المكونات الإلكترونية التي يمكنك توصيلها بالطرف الأرضي في لوحة المايكروبت؟

---

7 في جميع مشاريع المايكروبت تُعرّف دالة باسم on_forever، فما وظيفة هذه الدالة؟ وما أهميتها؟

---

8 افحص بعناية تصميم الدائرة الآتية وبرمجتها وحدِّد المشكلة الموجودة فيها، ثم حدِّد ما يتعين عليك فعله لتصحيحها؟




```python
# Python code
#
alarm = 0
pins.analog_set_pitch_pin(AnalogPin.P2)
alarm = 0

def on_forever():
  global alarm
  if pins.digital_read_pin(DigitalPin.P0) == 0:
    basic.show_leds("""
      . . . . #
      . . . # #
      # . # # .
      # # # . .
      . # . . .
      """)
  else:
    basic.show_leds("""
      . . # . .
      . . # . .
      . . # . .
      . . . . .
      . . # . .
      """)
    alarm = 10
    pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)
    for index in range(3):
      pins.analog_pitch(440, 200)
      basic.pause(100)
  if alarm > 0:
    alarm += -1
  else:
    pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 0)
basic.forever(on_forever)
```

_____

_____

_____

_____

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثالث

تطبيقات وتجارب حياتية

هناك نوعان مختلفان للمقاومات المتغيرة، يطلق على أحدهما **المقاومة المتغيرة الدَورانِية** (Rotary Potentiometer)، ويسمى الآخر **بالمقاومة المُتغيِّرة الخَطِية** (Linear Potentiometer).

تُتيح دوائر تينكركاد استخدام المقاومة المتغيرة الدورانية عند تصميم الدوائر. وتعمل المقاومة المتغيرة الخطية من خلال وجود طرف مُوصِّل مُنزلق يتحرك على طول مسار متصل بهذه المقاومة.

كيف تتحكم المقاومة المتغيرة في فرق الجهد الكهربائي ؟
How a Potentiometer Varies the Voltage

تُعدُّ المقاومة المتغيرة أحد أنواع المكونات الإلكترونية الكامنة، وتعمل بتحريك موصل منزلق عبر مقاومة موحدة. يُطبّق فرق الجهد الداخل بالكامل عبر المقاومة المتغيرة كلها، وينتج فرق الجهد المُخفض بين الموصلات الثابتة والمنزلقة، والتي تتغير مع عملية تحريك المُوصِّل المُنزلَق.

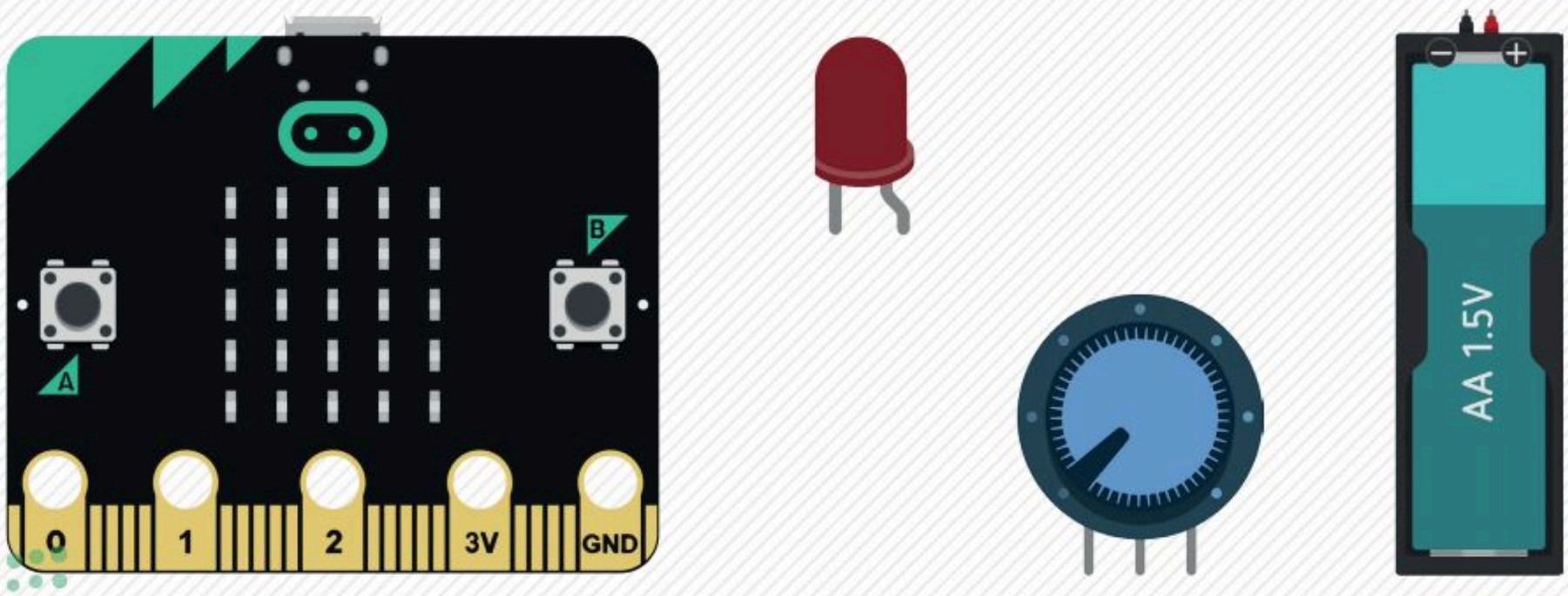
شكل 5.34: مقاومة متغيرة خطية

ستستخدِم في المشروع الأول في هذا الدرس مقاومة متغيرة لتنظيم فرق الجهد، وستستخدِم كذلك المايكروبت والمكونات الآتية:

- مقاومة متغيرة.
- دايود مشع للضوء.
- بطارية 1.5 فولت.

يمكنك استخدام الترانزستور في دائرة تحكم بمكونات أخرى مثل المحركات التي تتطلب فرق جهد أعلى للعمل.

المكونات المستخدمة في هذا المشروع



ستحتاج في هذا المشروع إلى إضافة المايكروبت ودايود مشع للضوء وبطارية 1.5 فولت ومقاومة متغيرة في مساحة العمل.

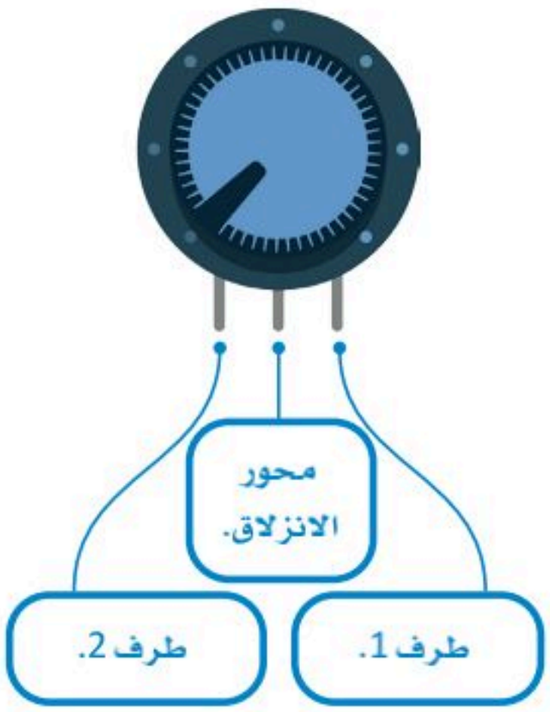
لإضافة المكونات:

> ابحث عن المكون micro:bit (مايكروبت) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبه وأفلته في **مساحة العمل**، ثم اضغط على القائمة المنسدلة واختر Green (أخضر). 1

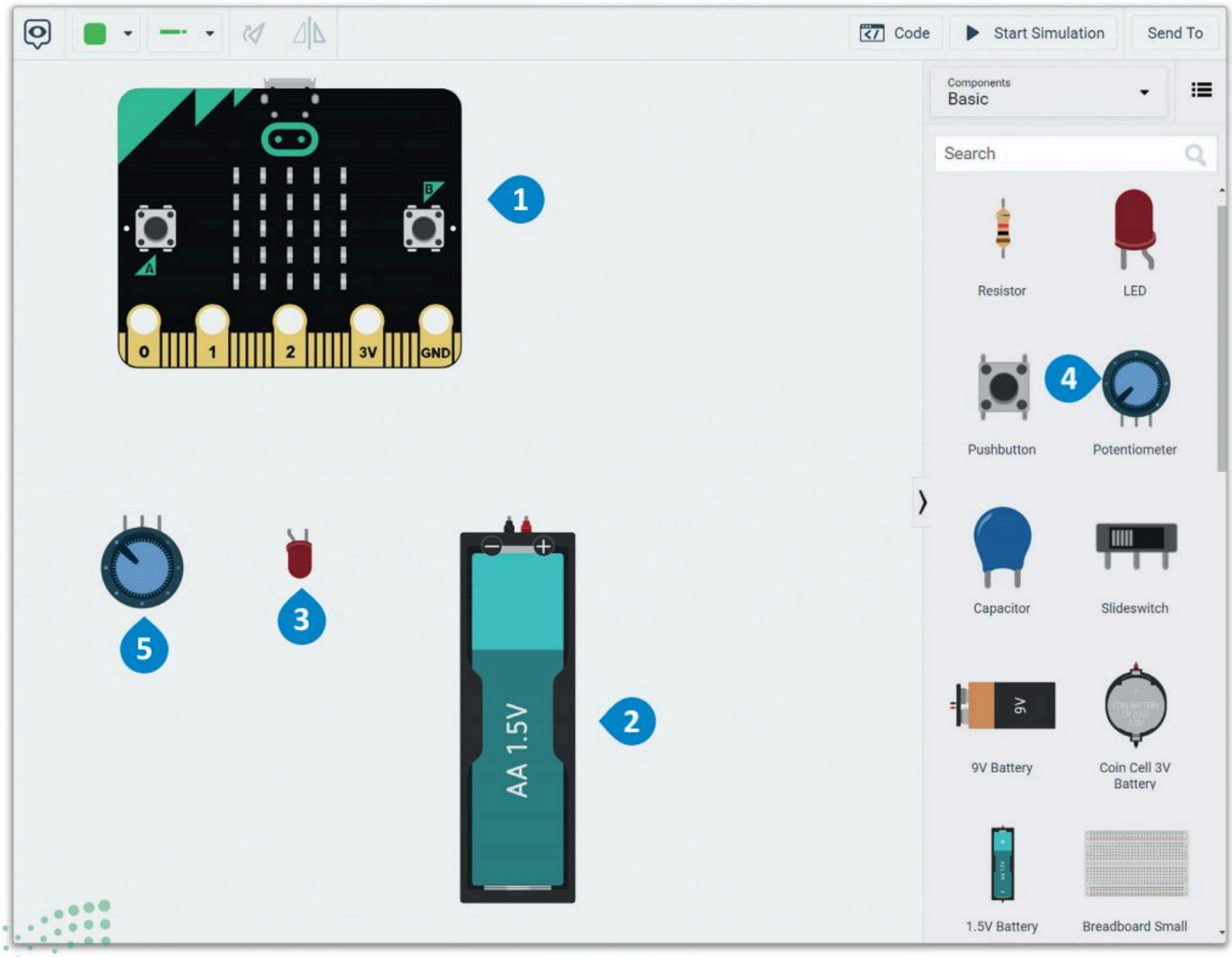
> ابحث عن 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت) في Components Library (مكتبة المكونات)، واسحبها وأفلتها في **مساحة العمل**. 2

> ابحث عن LED (الدايود المشع للضوء) في Components Library (مكتبة المكونات)، واسحبه وأفلته في **مساحة العمل** وقم **بتدويره** لتتجه أطرافه إلى **المايكروبت**. 3

> ابحث عن Potentiometer (المقاومة المتغيرة) في Components Library (مكتبة المكونات)، 4 واسحبها وأفلتها في **مساحة العمل** وقم **بتدويرها** لتتجه أطرافها إلى **المايكروبت**. 5



شكل 5.35: مقاومة متغيرة



شكل 5.36: إضافة المكونات

ستقوم الآن بتوصيل أطراف المقاومة المتغيرة بأطراف المايكروبت وذلك على الشكل الآتي:

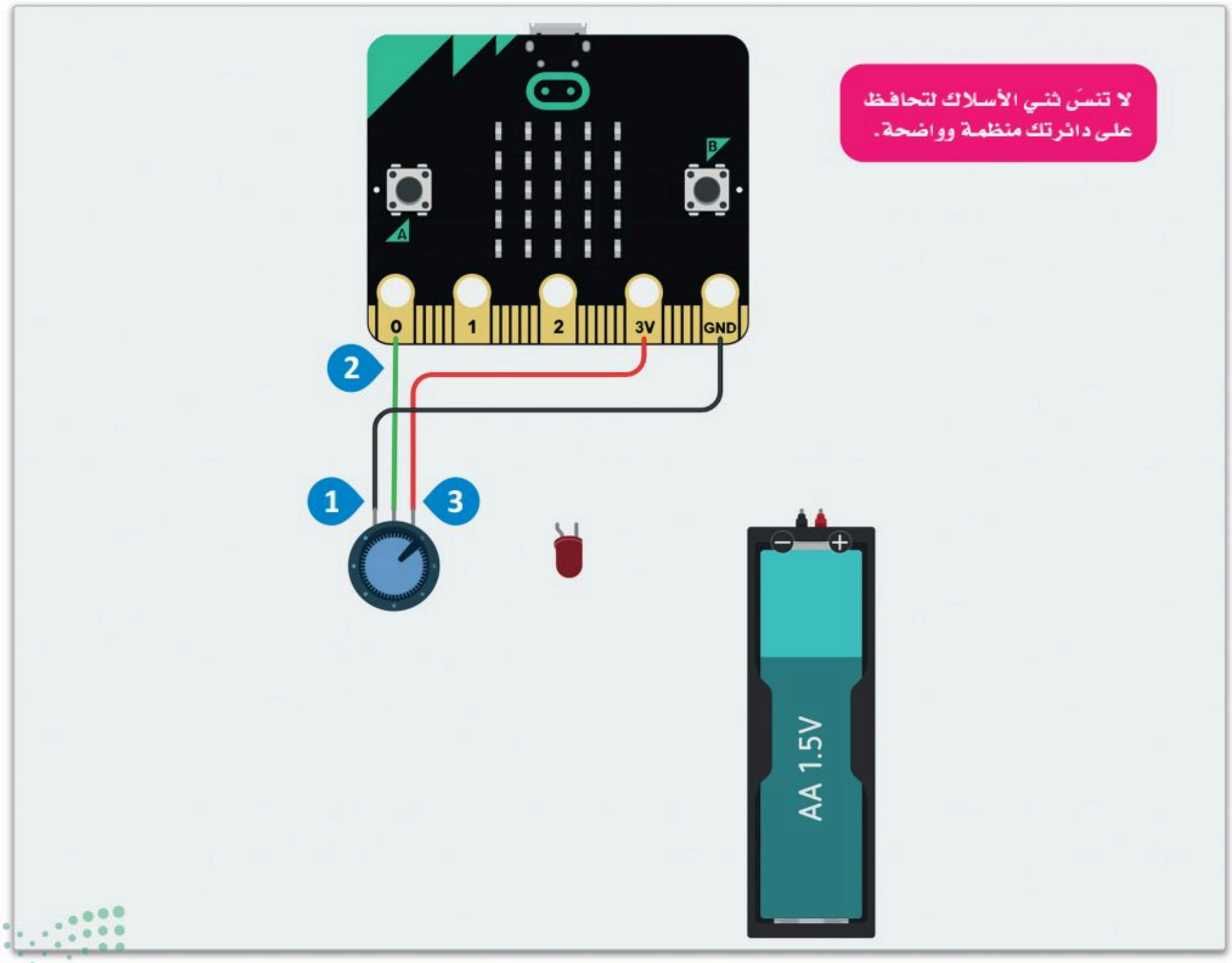
- الطرف 2 للمقاومة المتغيرة إلى **الطرف الأرضي** (GND) للمايكروبت.
- **محور انزلاق المقاومة المتغيرة** (Potentiometer Wiper) إلى الطرف P0 للمايكروبت.
- الطرف 1 للمقاومة المتغيرة مع الطرف 3V (مصدر الطاقة) للمايكروبت.

لتوصيل المقاومة المتغيرة بالمايكروبت:

> قم بتوصيل **الطرف 2 للمقاومة المتغيرة** مع GND (الطرف الأرضي) **للمايكروبت** وغيِّر لونه إلى Black (أسود). 1

> قم بتوصيل Potentiometer Wiper (محور انزلاق المقاومة المتغيرة) إلى **الطرف P0 للمايكروبت** وغيِّر لونه إلى Green (أخضر). 2

> قم بتوصيل **الطرف 1 للمقاومة المتغيرة بالطرف 3V (مصدر الطاقة)** للمايكروبت وغيِّر لونه إلى Red (أحمر). 3



شكل 5.37: توصيل المقاومة المتغيرة بالمايكروبت

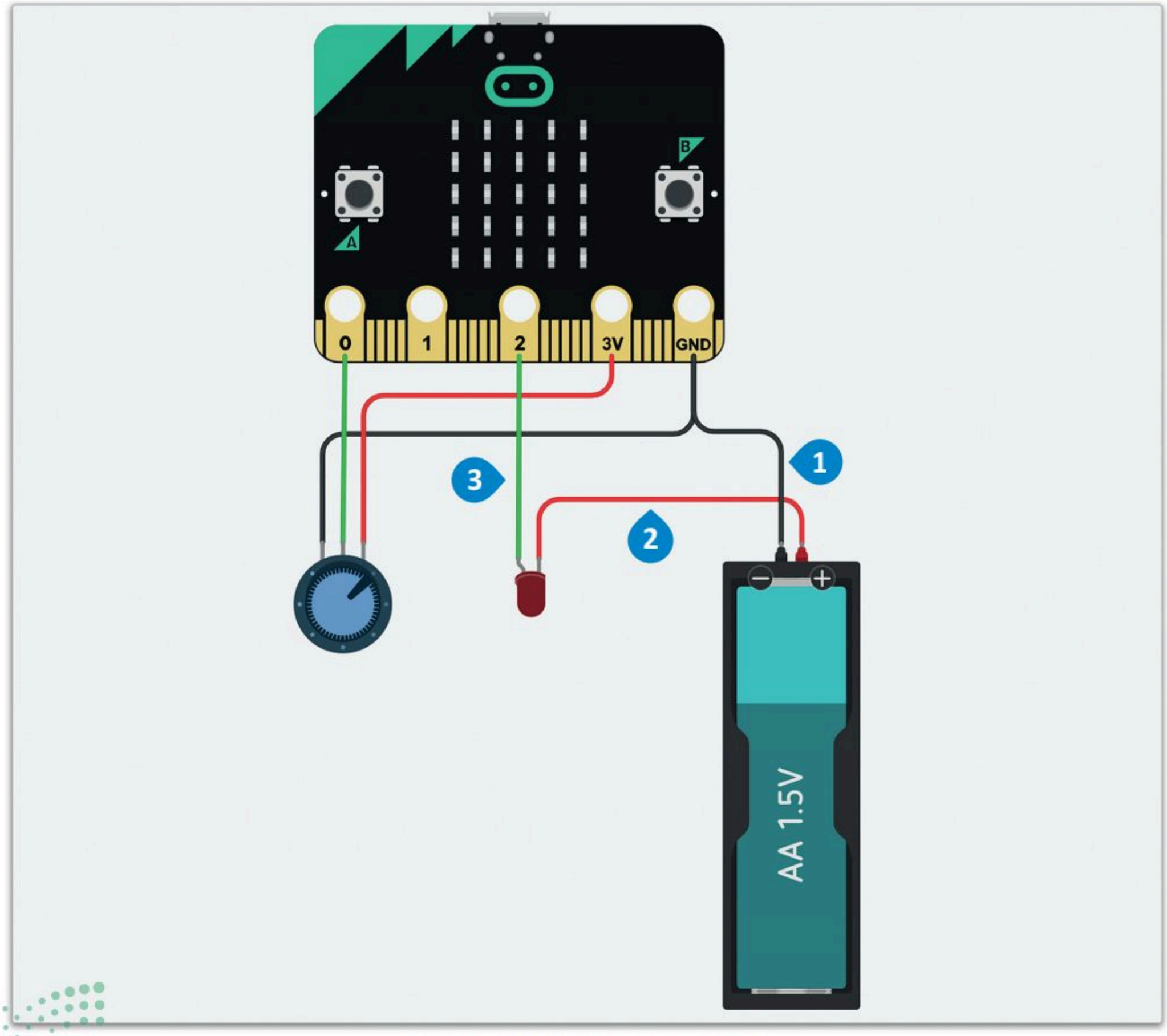
ستقوم الآن بإجراء التوصيلات لبطارية 1.5 فولت ودايود مشع للضوء.

لتوصيل بطارية 1.5 فولت ودايود مشع للضوء:

> قم بتوصيل طرف **بطارية 1.5 فولت السالب** مع GND (الطرف الأرضي) **للمايكروبت** وغيِّر لونه إلى Black (أسود). 1

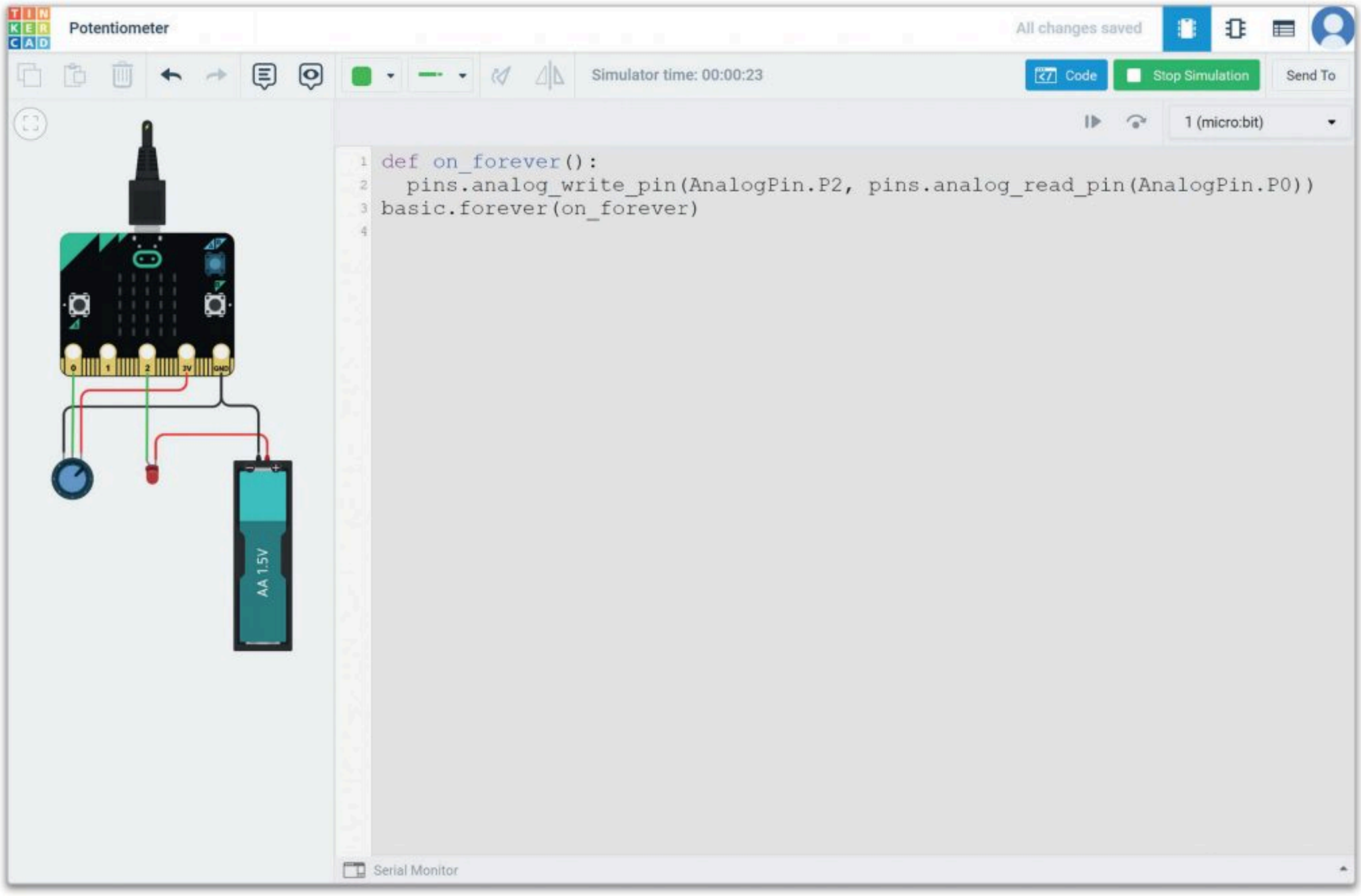
> قم بتوصيل **طرف بطارية 1.5 فولت الموجب بالطرف السالب للدايود المشع للضوء** وغيِّر لونه إلى Red (أحمر). 2

> قم بتوصيل **الطرف الموجب للدايود المشع للضوء بالطرف P2 للمايكروبت** وغيِّر لونه إلى Green (أخضر). 3



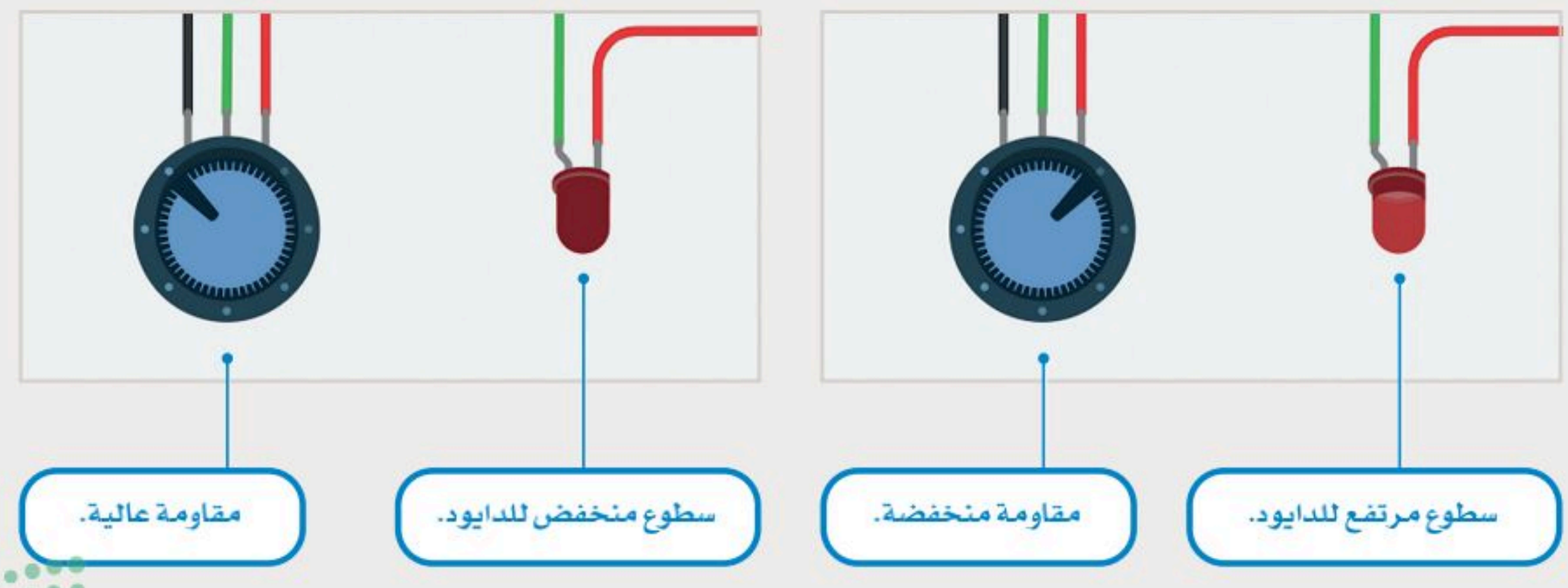
شكل 5.38: توصيل بطارية 1.5 فولت ودايود مشع للضوء

اكتب الأوامر البرمجية لبرمجة جهاز التحكم الدقيق ثم ابدأ المحاكاة.



شكل 5.39: اختبار البرنامج

لاحظ كيف يغير الدايود المشع للضوء من سطوعه وفقًا لفرق الجهد المار من خلال المقاومة المتغيرة.



كيف يساعد الترانزستور في تنفيذ الدائرة المنطقية

How a Transistor Helps Implement Circuit Logic

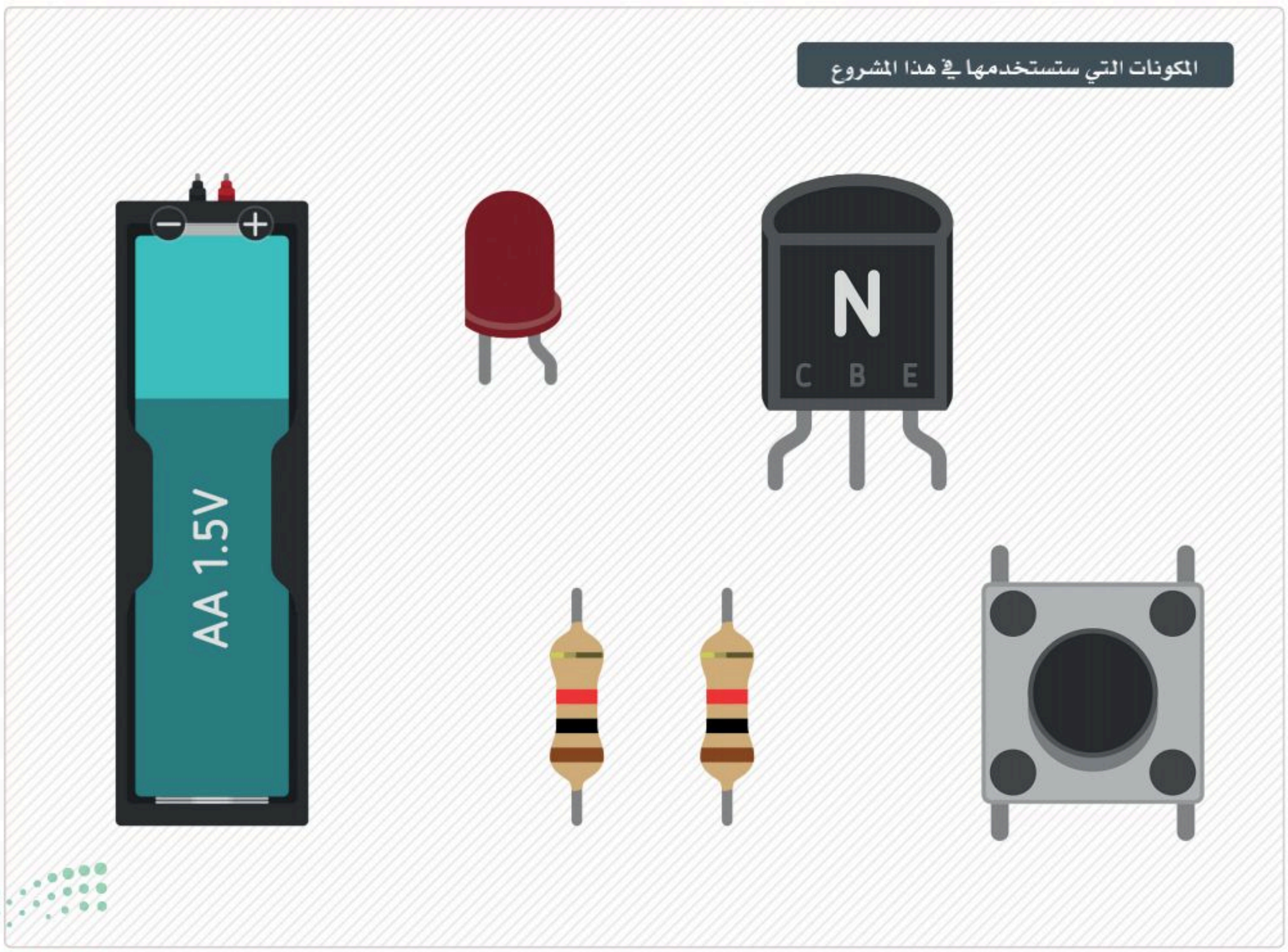
تُعدُّ الترانزستورات مكونات مهمة وضرورية في عمل الدوائر الرقمية، وهي عبارة عن مكونات إلكترونية تُستخدم في الدوائر لتضخيم الإشارات الكهربائية أو تحويلها، مما يجعلها ذات أهمية خاصة في مجموعة واسعة من الأجهزة الإلكترونية.

يحتوي الترانزستور من نوع NPN على ثلاثة أطراف وهي المُجمِّع (Collector) **والقاعدة** (Base) **والباعِث** (Emiter). يُطلق على القاعدة في دوائر تينكركاد اسم **الطَرف** 1 (Terminal 1). يُمكن أن يمر تيار عالٍ من المُجَمِّع إلى البَاعِث مع دخول تيار منخفض إلى القاعدة، ويعملُ الترانزستور في هذه الحالة كمفتاحٍ للتحكم بالتيار الكهربائي في الدائرة.

تُستخدم هذه المكونات في الدوائر المنطقية الرقمية كمفاتيح في غاية السرعة.

ستحتاج في هذا المشروع إلى المكونات الآتية:

- ترانزستور من نوع BJT-NPN.
- مُفتاح ضَغط.
- دايود مشع للضوء.
- بطارية 1.5 فولت.
- مقاومتين.



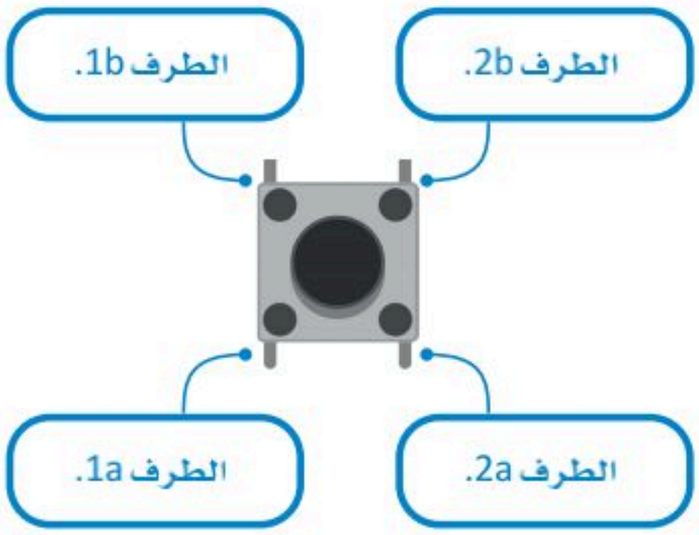
ستضيف الآن بطارية (مصدر) 1.5 فولت ومفتاح ضغط في مساحة العمل، وستوصل الطرف الموجب للبطارية مع الطرف 1b لمفتاح الضغط.

لإضافة وتوصيل بطارية 1.5 فولت ومفتاح الضغط:

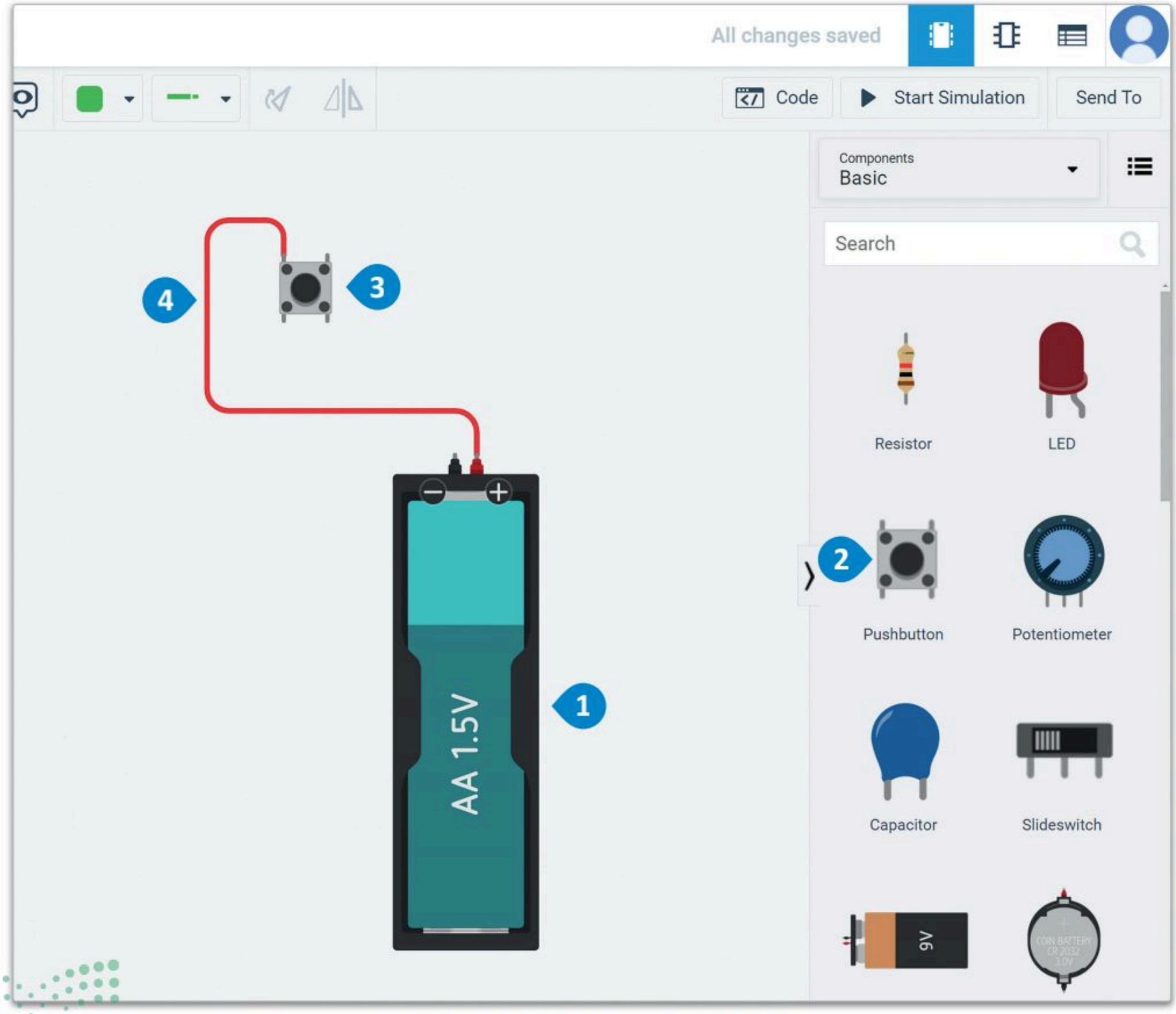
> ابحث عن 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبها ثم أفلتها في **مساحة العمل**. 1

> ابحث عن Pushbutton (مفتاح الضغط) في Components Library (مكتبة المكونات)، 2 واسحبه ثم أفلته في **مساحة العمل**. 3

> قم بتوصيل **الطرف الموجب** للبطارية مع **الطرف** 1b من **مفتاح الضغط** وغيِّر لونه إلى Red (أحمر). 4



شكل 5.40: مفتاح الضغط



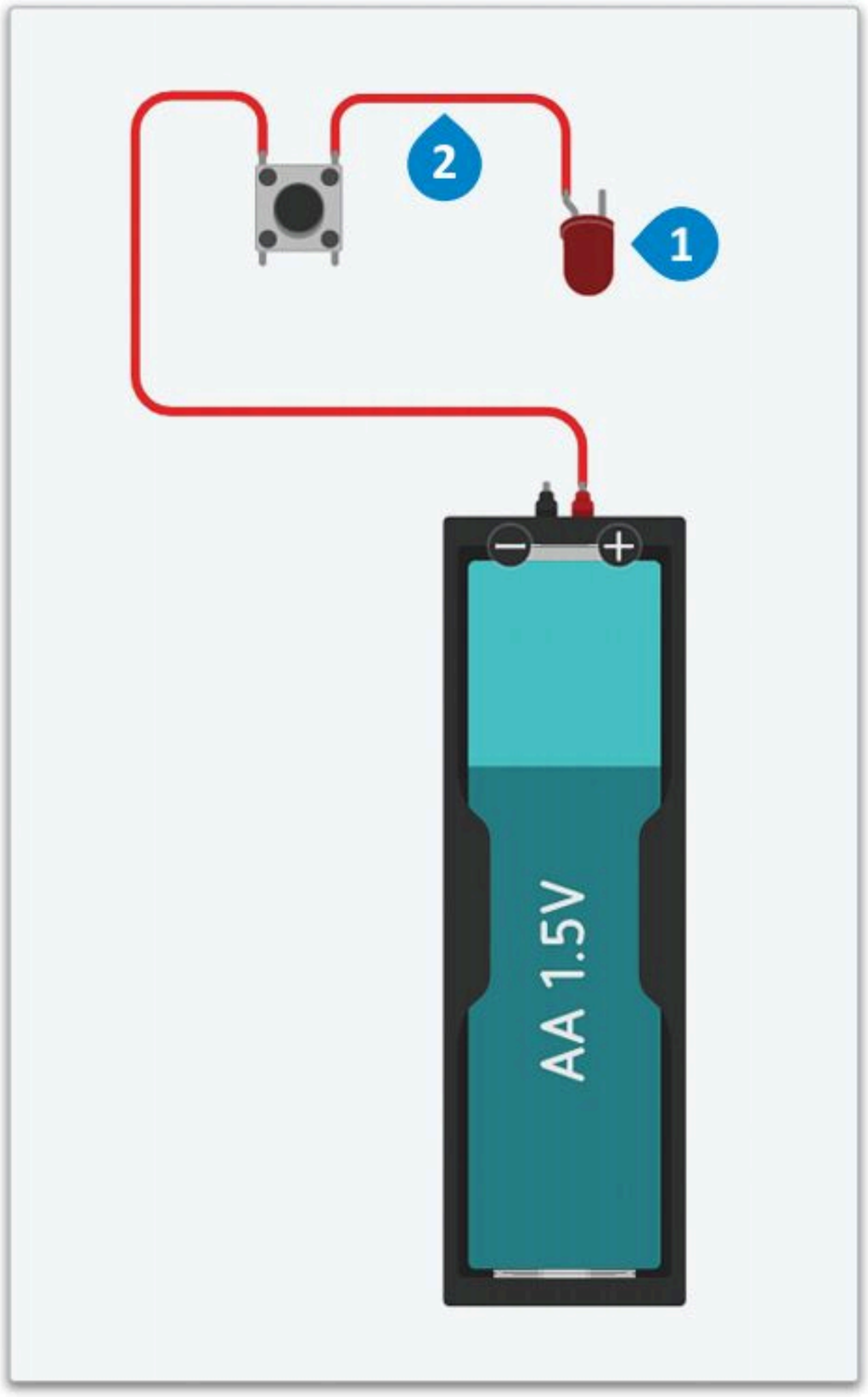
شكل 5.41: إضافة وتوصيل بطارية 1.5 فولت ومفتاح الضغط

بعد ذلك ستضيف دايود مشع للضوء في مساحة العمل وتوصل طرفه الموجب مع الطرف (2b) من مفتاح الضغط.

لإضافة الدايود المشع للضوء وإجراء التوصيلات:

> ابحث عن LED (الدايود) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبه وأفلته في **مساحة العمل**. 1

> قم بتوصيل **الطرف الموجب للدايود بالطرف 2b** من **مفتاح الضغط**. 2



شكل 5.42: إضافة الدايود وإجراء التوصيلات

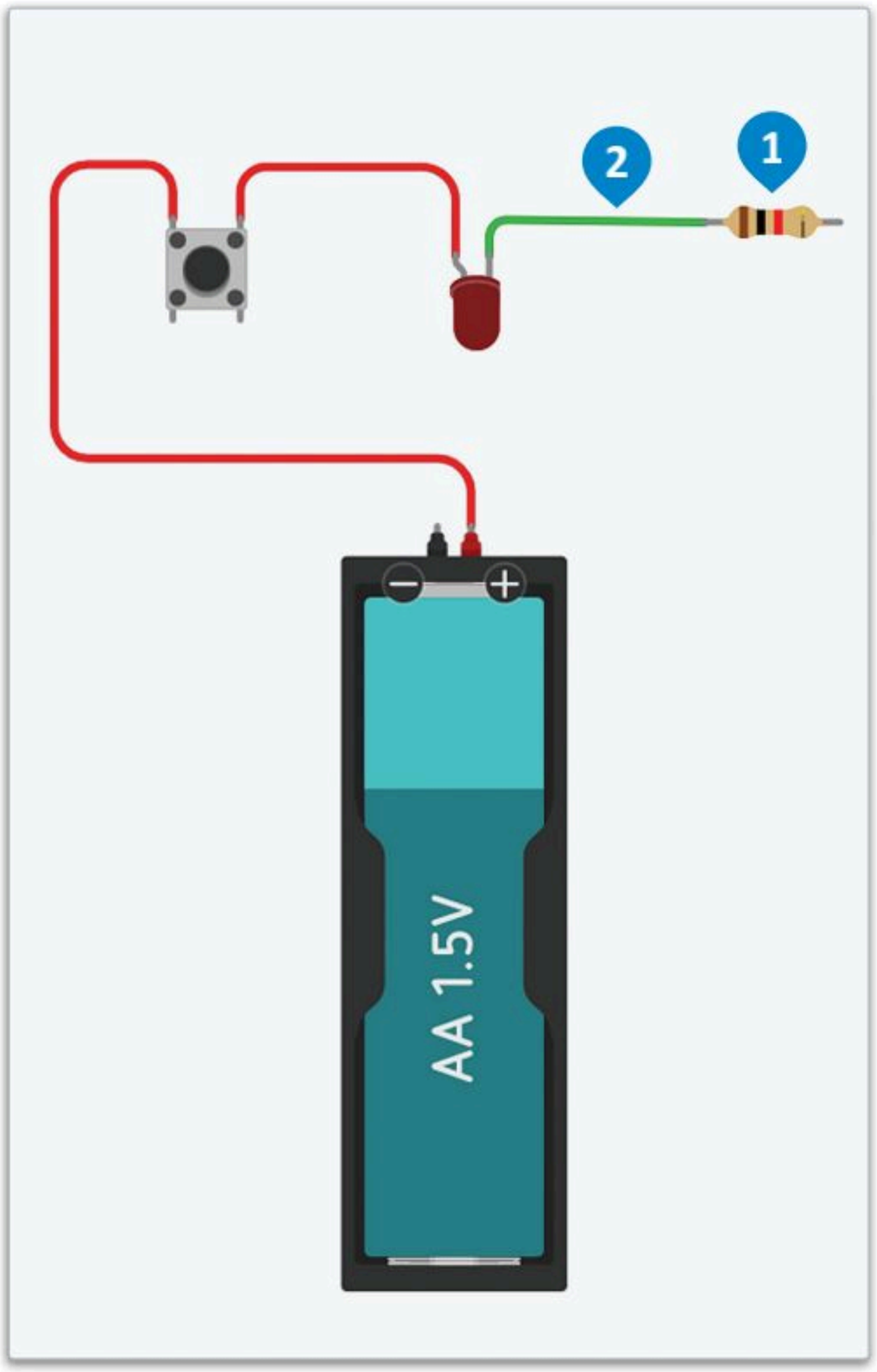
تُستخدم المقاومات لخفض التيار المار عبر الدائرة.

استمر بالعمل بإضافة مقاومة إلى مساحة العمل.

لإضافة المقاومة الأولى وإجراء التوصيلات:

> ابحث عن Resistor (المقاومة) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبها ثم أفلتها في مساحة العمل، ولا تنسَ تدويرها بحيث تصبح أطرافها أفقية. 1

> قم بتوصيل **الطرف السالب للدايود** بأحد أطراف **المقاومة** وغيِّر لونه إلى Green (أخضر). 2



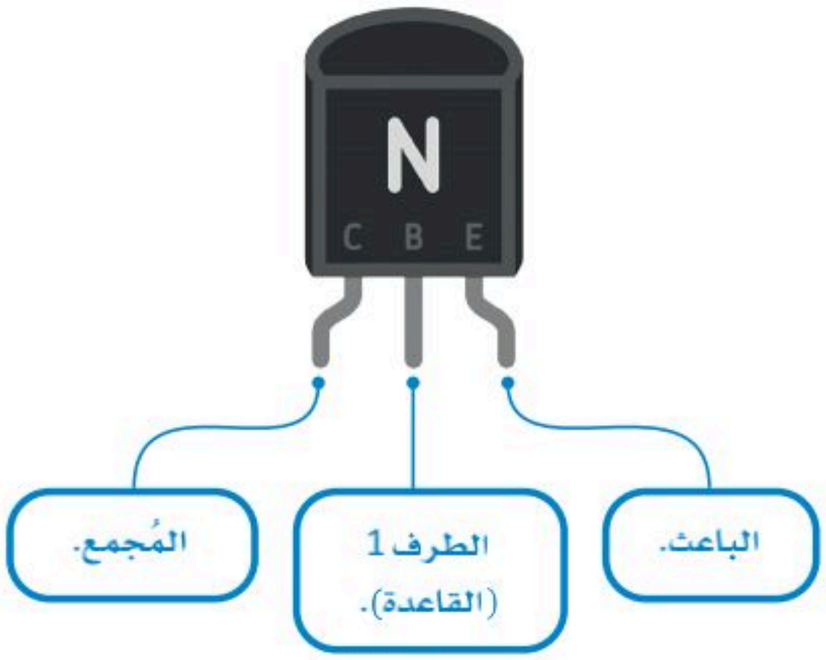
شكل 5.43: إضافة المقاومة الأولى في الدائرة وإجراء التوصيلات

ستضيف الآن ترانزستور في مساحة العمل ثم توصله بالطرف الثاني للمقاومة.

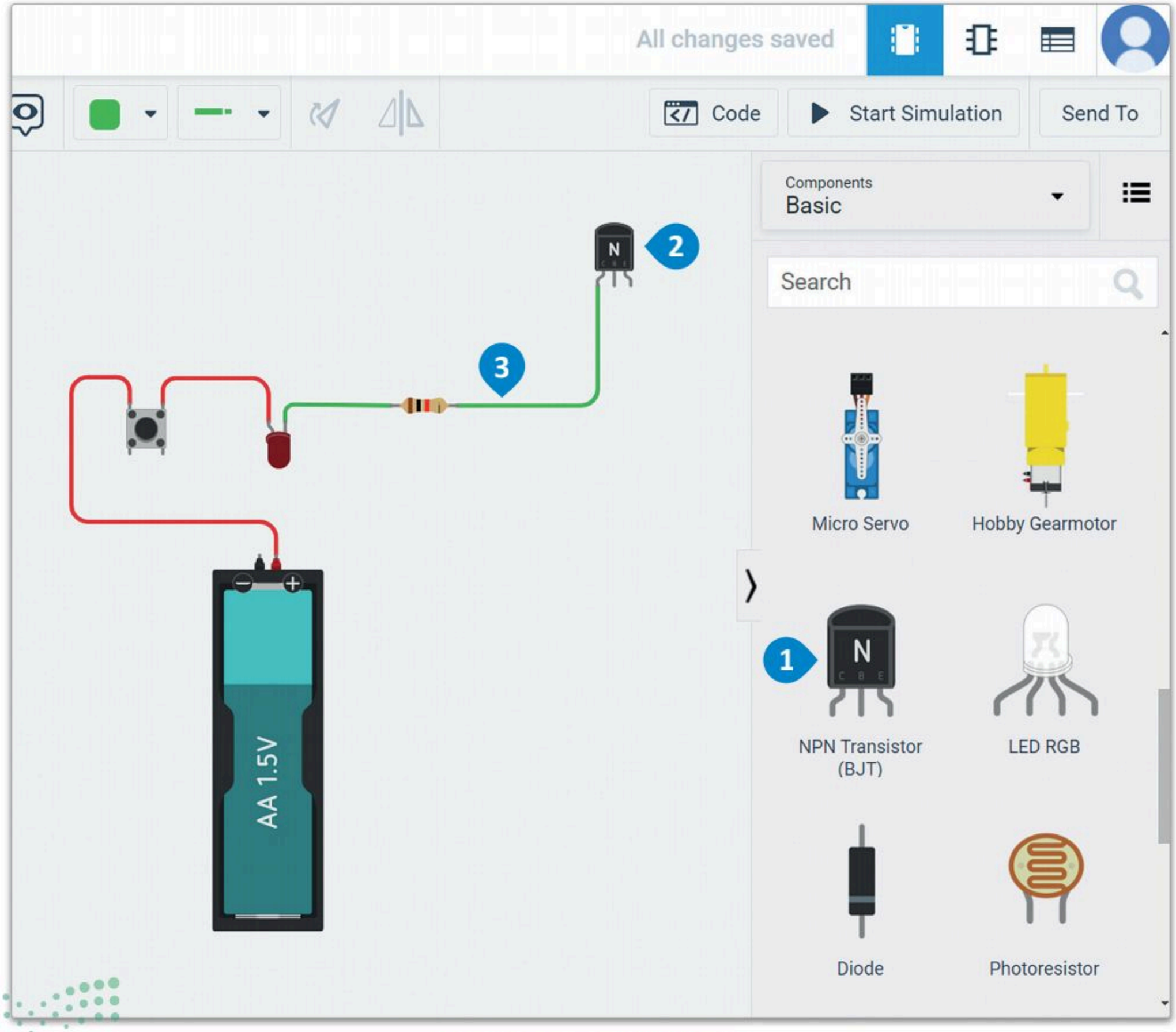
لإضافة الترانزستور وإجراء التوصيلات:

> ابحث عن NPN Transistor (ترانزستور من نوع NPN) في Components Library (مكتبة المكونات)، 1 واسحبه ثم أفلته في مساحة العمل. 2

> قم بتوصيل مُجمع الترانزستور من نوع NPN بالطرف الثاني للمقاومة. 3



شكل 5.44: الترانزستور



شكل 5.45: إضافة الترانزستور وإجراء التوصيلات

ستضيف الآن المقاومة الثانية وتوصل الطرف 1 من الترانزستور بالطرف الموجب للبطارية بحيث تكون المقاومة في المنتصف. وختامًا ستوصل **باعَث الترانزستور** (Transistor Emitter) بالطّرف السالب للبطارية.

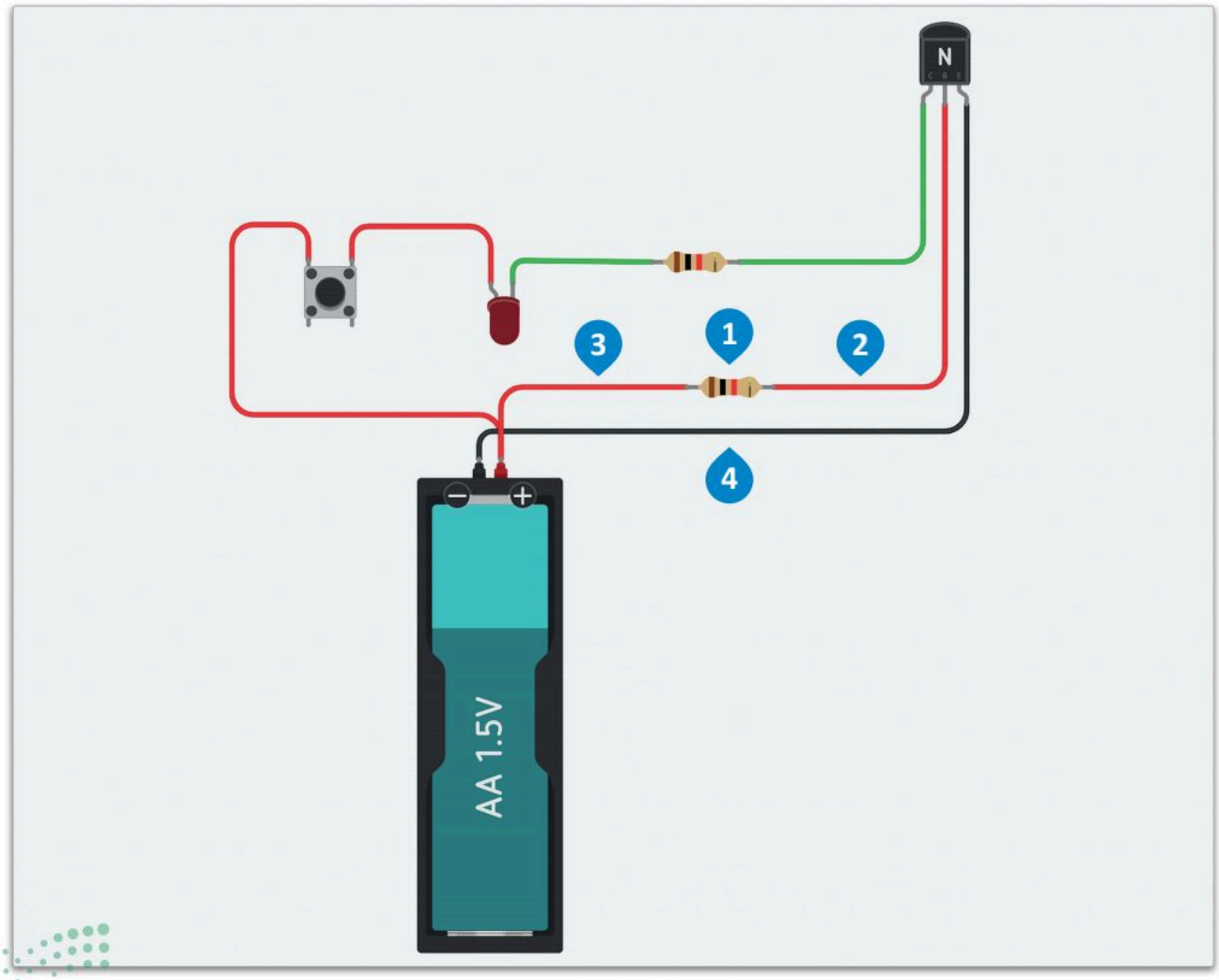
لإضافة المقاومة الثانية وإجراء التوصيلات:

> ابحث عن Resistor (المقاومة) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبها ثم أفلتها في **مساحة العمل**. 1

> قم بتوصيل **الطرف 1 من الترانزستور بالطرف الثاني للمقاومة** وغيِّر لونه إلى Red (أحمر). 2

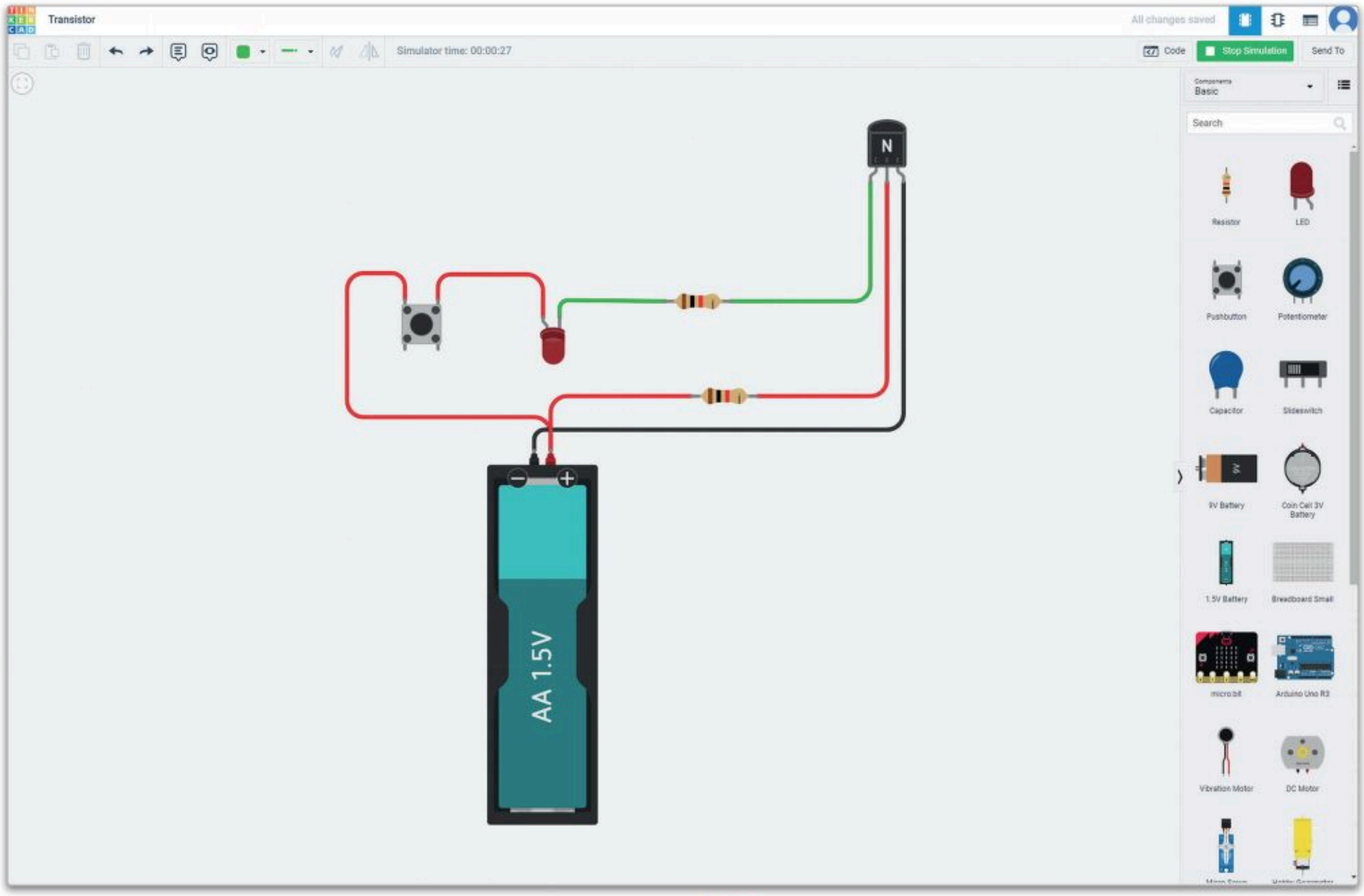
> قم بتوصيل **الطرف الموجب لبطارية 1.5 فولت بالطرف الأول** من **المقاومة**. 3

> قم بتوصيل **الطرف السالب لبطارية 1.5 فولت بباعث الترانزستور من نوع NPN** وغيِّر لونه إلى Black (أسود). 4

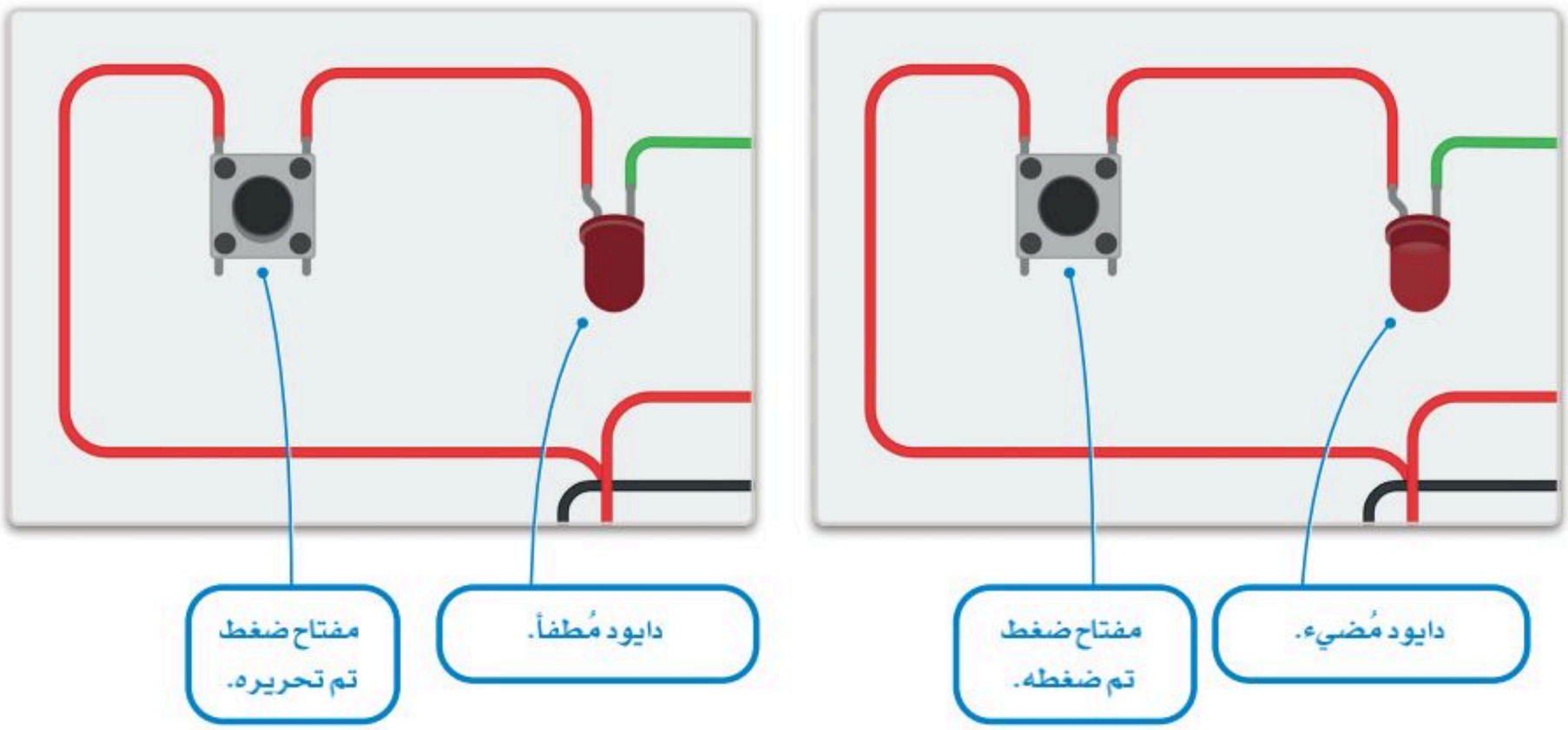


شكل 5.46: إضافة المقاومة الثانية وإجراء التوصيلات

ابدأ المحاكاة، وستلاحظ أن الضغط على مفتاح الضغط يؤدي إلى إضاءة الدايود.



شكل 5.47: اختبار البرنامج



شكل 5.48: حالات الدايود المشع للضوء

إنشاء دائرة بمحرك تيار مستمر ومقاومة Build a DC Motor – Resistor Circuit

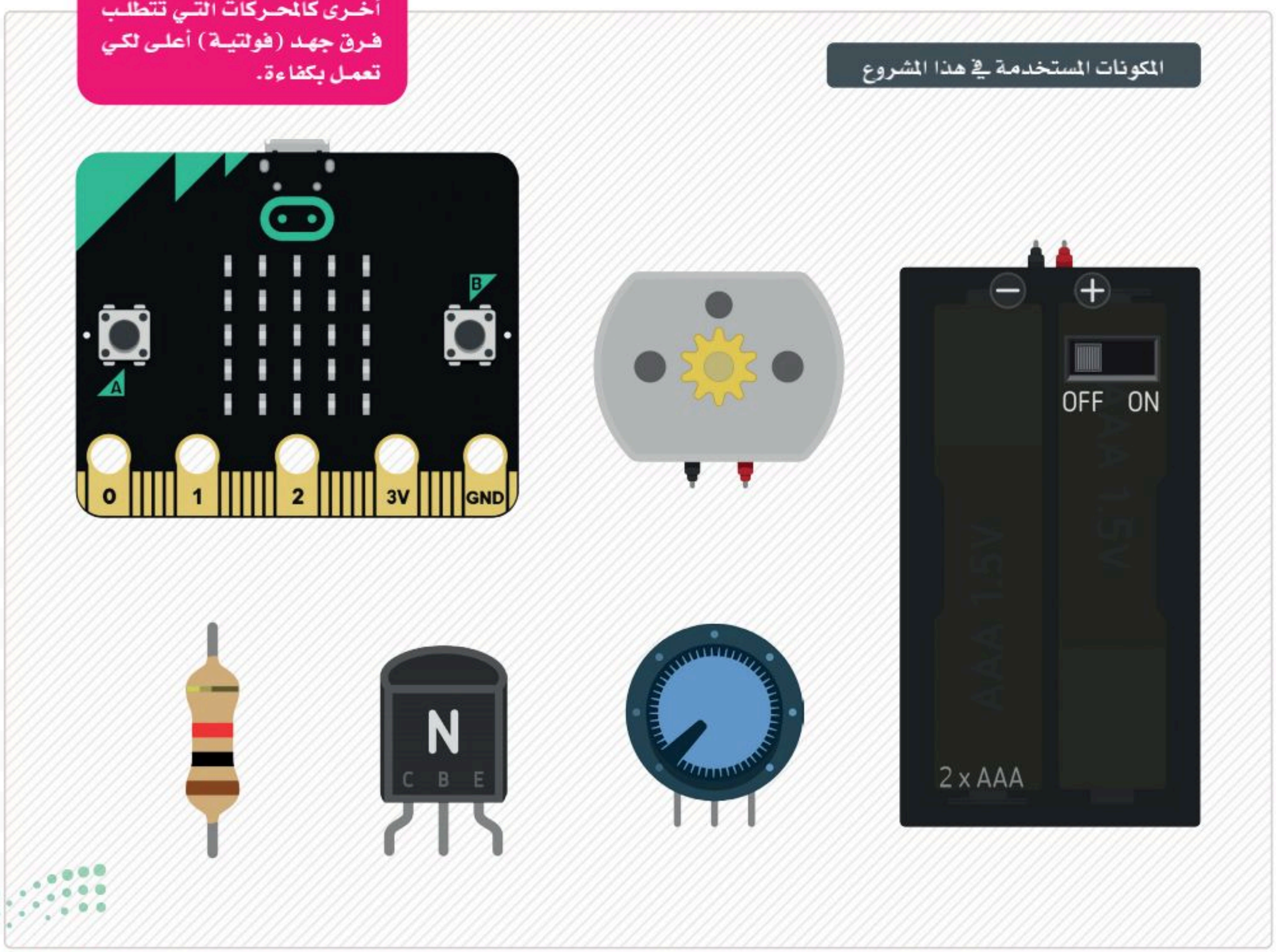
في هذا المشروع ستقوم بتوصيل مقاومة متغيرة بمحرك تيار مستمر من خلال ترانزستور ومقاومة، حيث تمد بطارية هذا المحرك بالطاقة. لن تحتاج إلى تعديل برمجة المايكروبت حيث أن الإدخال يُعدّل فقط من الطرف التماثلي P0 للمقاومة المتغيرة إلى الطرف التماثلي P2.

يمكنك إجراء بعض التغييرات على الدائرة، فعلى سبيل المثال يمكنك تعديل قيمة المقاومة وتغيير البطاريتين من نوع AAA الموصولتين بالدائرة. لاحظ تأثير قيم المقاومة المختلفة على تسارع محرك التيار المستمر، وأن هذه الدائرة هي نفسها ولكن قيم المقاومة غُيّرت من 100 كيلو أوم إلى 200 كيلو أوم.

ستستخدم في هذا المشروع المايكروبت بالإضافة إلى المكونات الآتية:

- مقاومة متغيرة.
- ترانزستور من نوع BJT-NPN.
- مقاومة.
- بطاريتين 1.5 فولت.
- محرك تيار مستمر (DC).

يمكنك استخدام الترانزستور في دوائر تحكم تحتوي على مكونات أخرى كالمحركات التي تتطلب فرق جهد (فولتية) أعلى لكي تعمل بكفاءة.



ابدأ بإضافة المكونات إلى مساحة العمل.

أضف مقاومة متغيرة من مكتبة المكونات في مساحة العمل، وتذكَّر أن المقاومة المتغيرة لها ثلاثة أطراف وهي الطرف 1، و**محور الانزلاق** (Wiper)، والطرف 2 الذي يجب توصيله بالمايكروبت.

لإضافة المقاومة المتغيرة وإجراء التوصيلات:

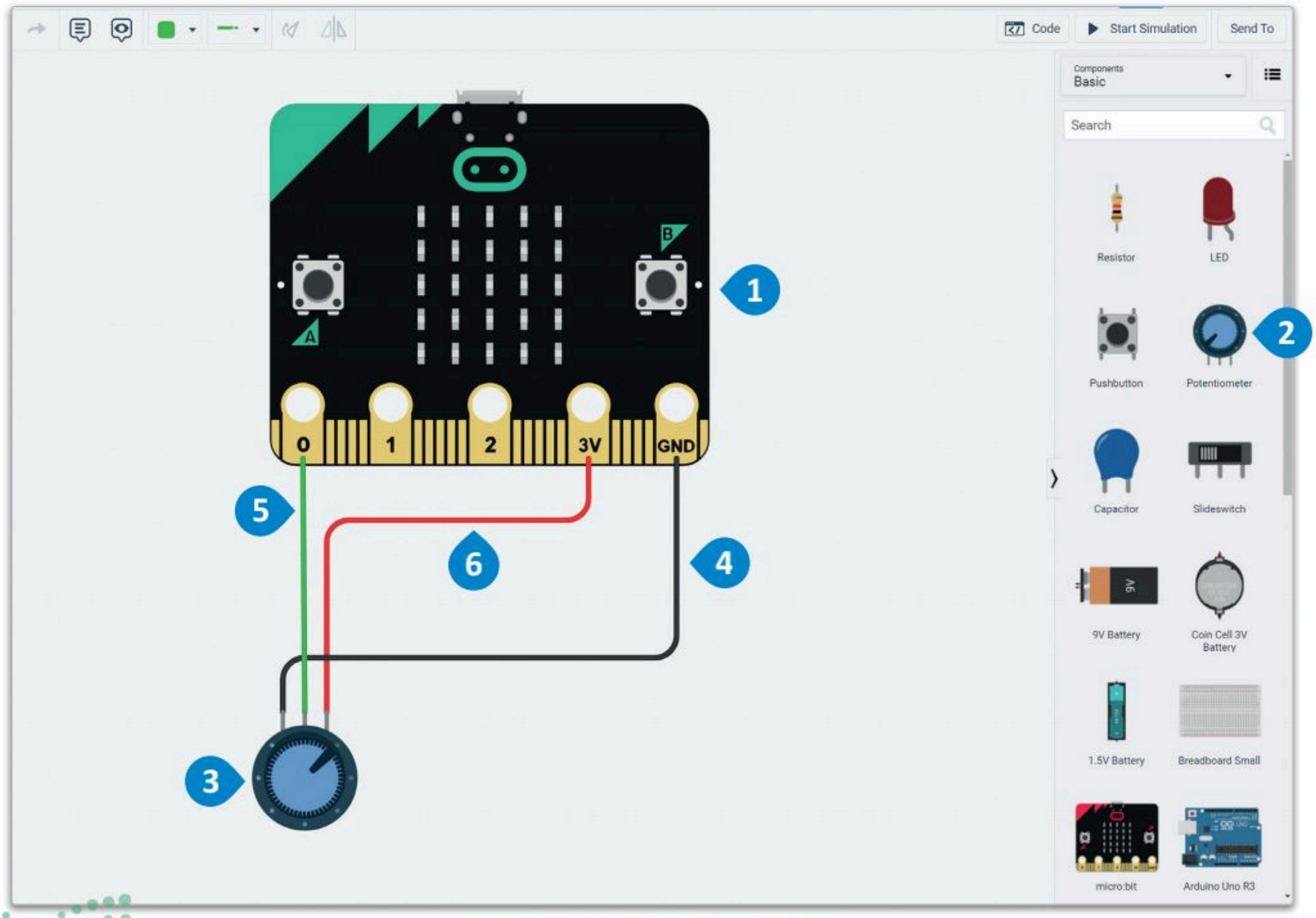
> ابحث عن المكون micro:bit (مايكروبت) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبه وأفلته في **مساحة العمل، ثم غيِّر لونه** إلى Green (أخضر). 1

> ابحث عن Potentiometer (المقاومة المتغيرة) في Components Library (مكتبة المكونات)، 2 واسحبها وأفلتها في **مساحة العمل** وقم **بتدويرها** لتتجه أطرافها إلى **المايكروبت**. 3

> قم بتوصيل **الطرف 2 للمقاومة المتغيرة** مع GND (الطرف الأرضي) **بالمايكروبت وغيِّر** لونه إلى Black (أسود). 4

> قم بتوصيل **طرف محور الانزلاق للمقاومة المتغيرة بالطرف P0 بالمايكروبت وغيِّر** لونه إلى Green (أخضر). 5

> قم بتوصيل **الطرف 1 للمقاومة المتغيرة بالمصدر 3V بالمايكروبت وغيِّر** لونه إلى Red (أحمر). 6



شكل 5.49: إضافة المقاومة المتغيرة وإجراء التوصيلات

ستضيف بطارية في مساحة العمل وتستخدم **لوحة المعاينة** (Inspector Panel) لتغييرها.

لإنشاء علبة بطاريتين:

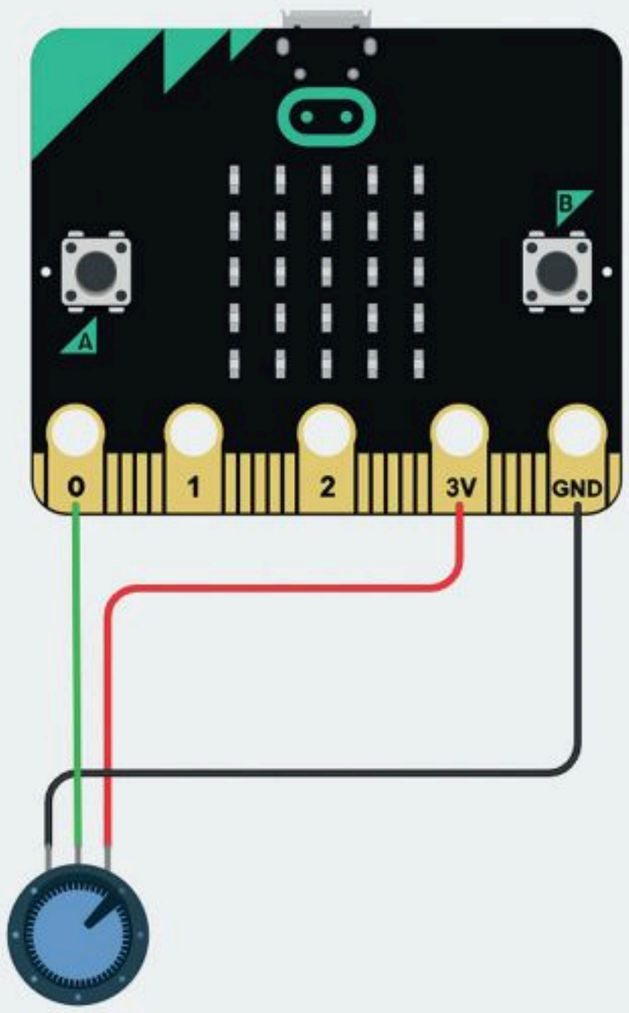
> ابحث عن 1.5V Battery (بطارية 1.5 فولت) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبها ثم أفلتها في **مساحة العمل.** 1

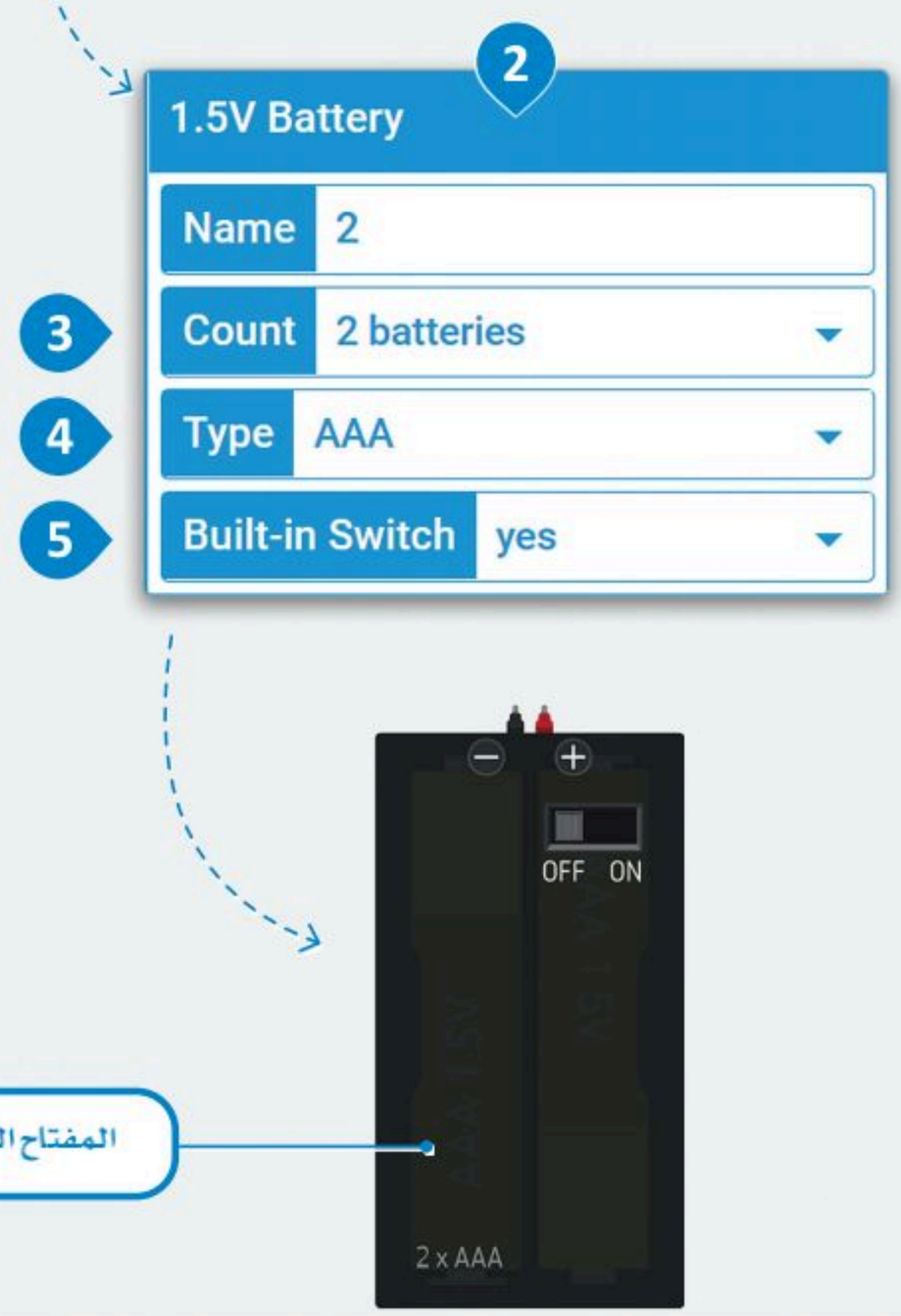
> استخدم Inspector Panel (لوحة المعاينة) لتعديل الخصائص. 2

> قم بتغيير count (العدد) إلى 2batteries (بطاريتين). 3

> قم بتغيير Type (النوع) إلى AAA. 4

> قم بتغيير خاصية Built-in switch (المفتاح المُدمَج) إلى yes (نعم). 5





شكل 5.50: إنشاء علبة بطاريتين

إضافة الترانزستور من نوع NPN في مساحة العمل.

سيُستخدم الترانزستور لنقل فرق الجهد الذي يُتحكّم به بواسطة المقاومة المتغيرة وتنظيمه بواسطة المقاومة.

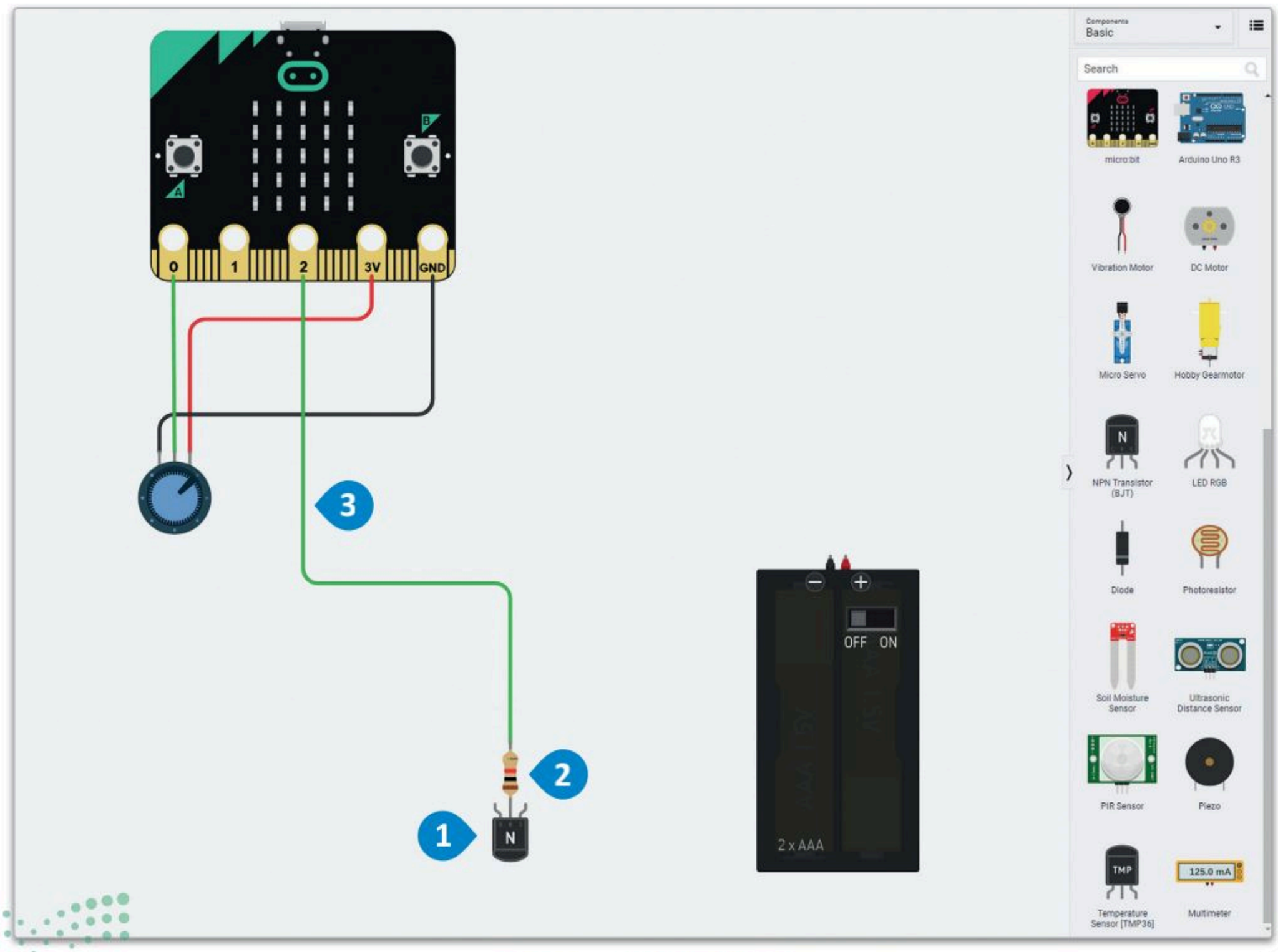
كما تعلم فإن للترانزستور ثلاثة أطراف، حيث يُوصل المُجمِّع (Collector) بمصدر (بطارية)، ويُوصل الطرف 1 بالمقاومة وكذلك بالطرف P2 للمايكروبت والذي يُعدّ مدخلًا لفرق الجهد الذي تتحكم به المقاومة المتغيرة من الطرف P0، وسينقل **باعث الترانزستور** (Transistor Emitter) القيمة النهائية لفرق الجهد إلى محرك التيار المستمر.

لإضافة الترانزستور والمقاومة:

> ابحث عن NPN Transistor (ترانزستور من نوع NPN) في Components Library (مكتبة المكونات)، واسحبه ثم أفلته في **مساحة العمل** وقم **بتدويره** بحيث تتجه أطرافه نحو **المايكروبت**. 1

> ابحث عن Resistor (**المقاومة**) في Components Library (مكتبة المكونات) واسحبها ثم أفلتها في **مساحة العمل** ثم وصل أحد أطرافها **بالطرف 1 للترانزستور**. 2

> قم بتوصيل **الطرف المفتوح للمقاومة بطرف P2 من المايكروبت وغيِّر** لون السلك إلى Green (أخضر). 3



شكل 5.51: إضافة الترانزستور والمقاومة

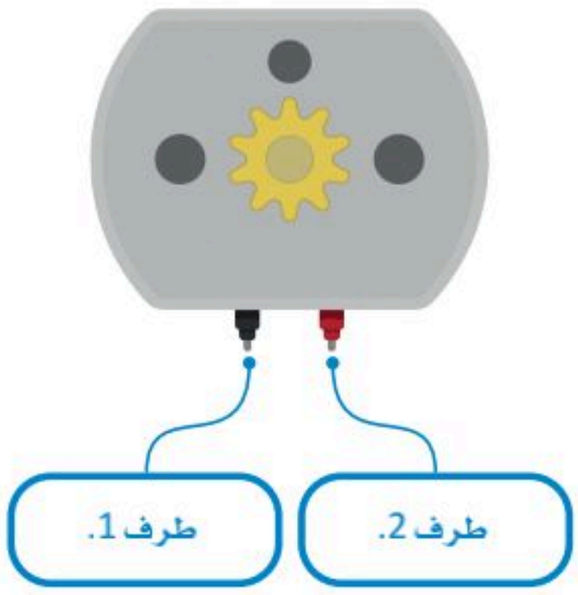
ستضيف الآن محرك تيار مستمر إلى مساحة العمل، وتوصل الطرف 2 بباعث الترانزستور، والطرف 1 إلى **الطرف الأرضي** (GND) للمايكروبت.

لإضافة محرك التيار المستمر وإجراء التوصيلات:

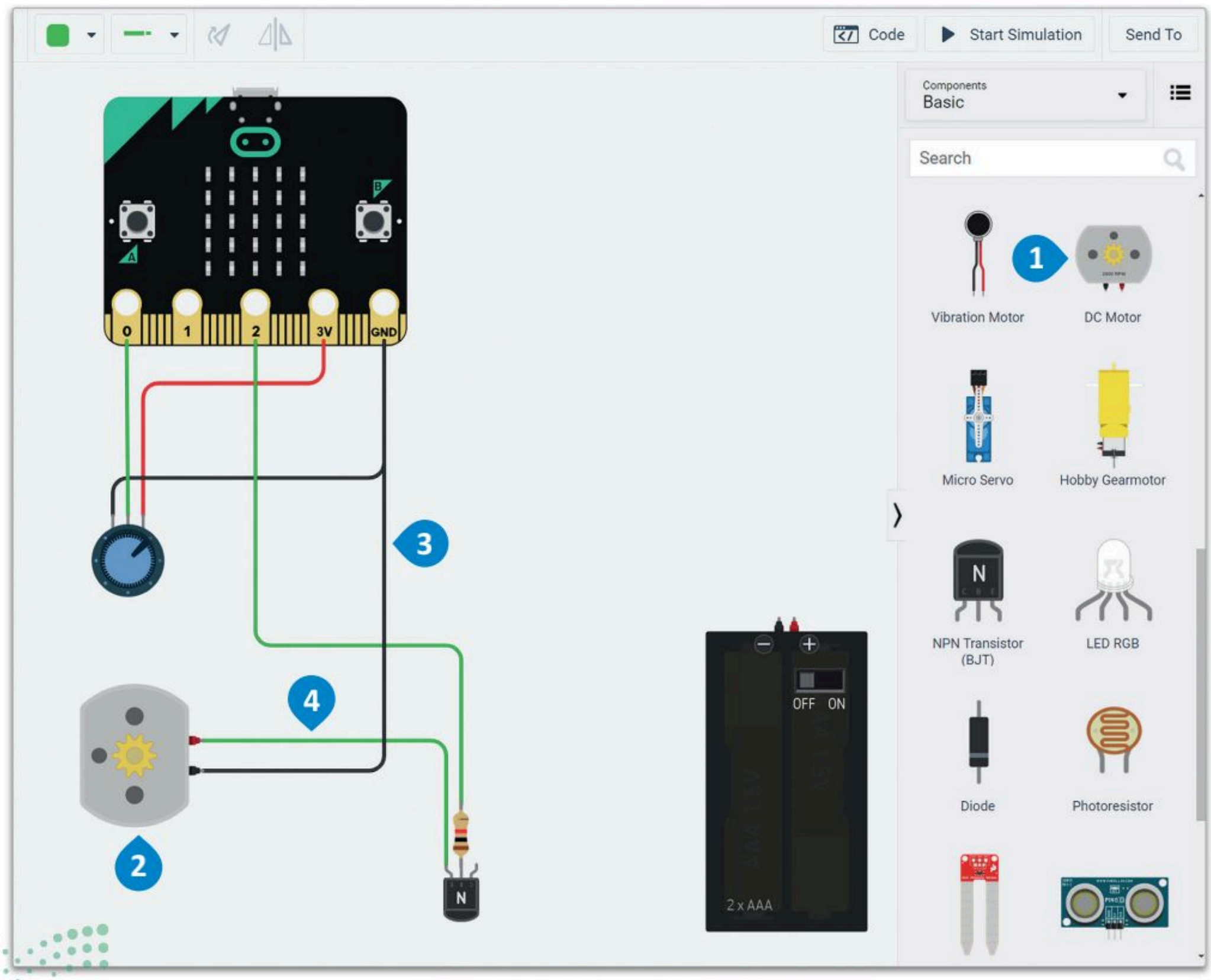
> ابحث عن DC Motor (محرك التيار المستمر) في Components library (مكتبة المكونات)، 1 واسحبه وأفلته في **مساحة العمل**، ثم قم بتدويره بحيث تتجه أطرافه نحو **الترانزستور**. 2

> قم بتوصيل **الطرف 1 لمحرك التيار المستمر** إلى GND (الطرف الأرضي) **للمايكروبت** وغيِّر لون السلك إلى Black (أسود). 3

> قم بتوصيل **الطرف** 2 من **محرك التيار المستمر** بباعث **الترانزستور** وغيِّر لون السلك إلى Green (أخضر). 4



شكل 5.52: محرك التيار المستمر



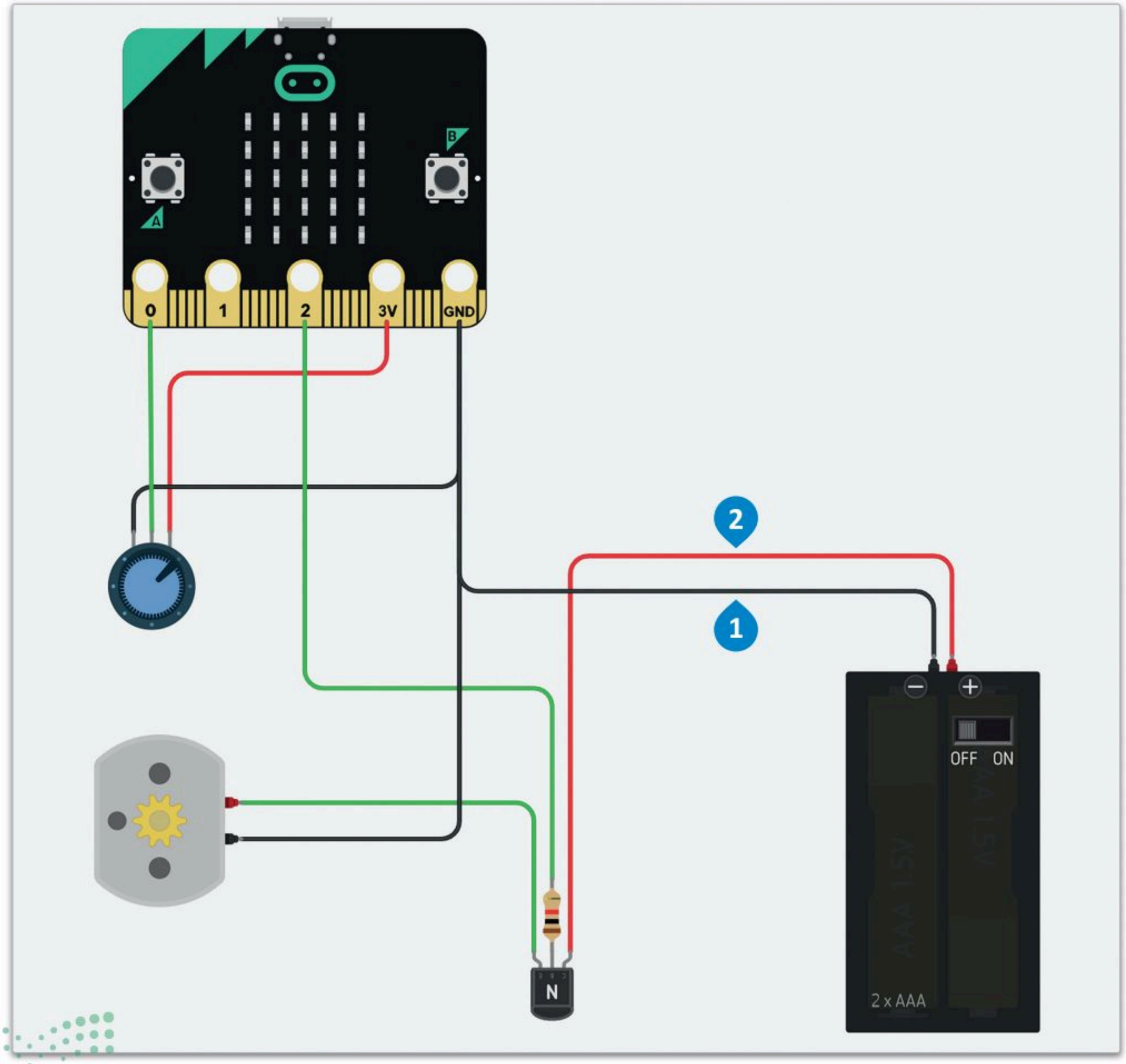
شكل 5.53: إضافة محرك التيار المستمر وإجراء التوصيلات

ستضيف الآن محرك تيار مستمر إلى مساحة العمل وتوصل الطرف 2 بباعث الترانزستور والطرف 1 **بالطرف الأرضي** (GND) للمايكروبت.

لتوصيل البطارية:

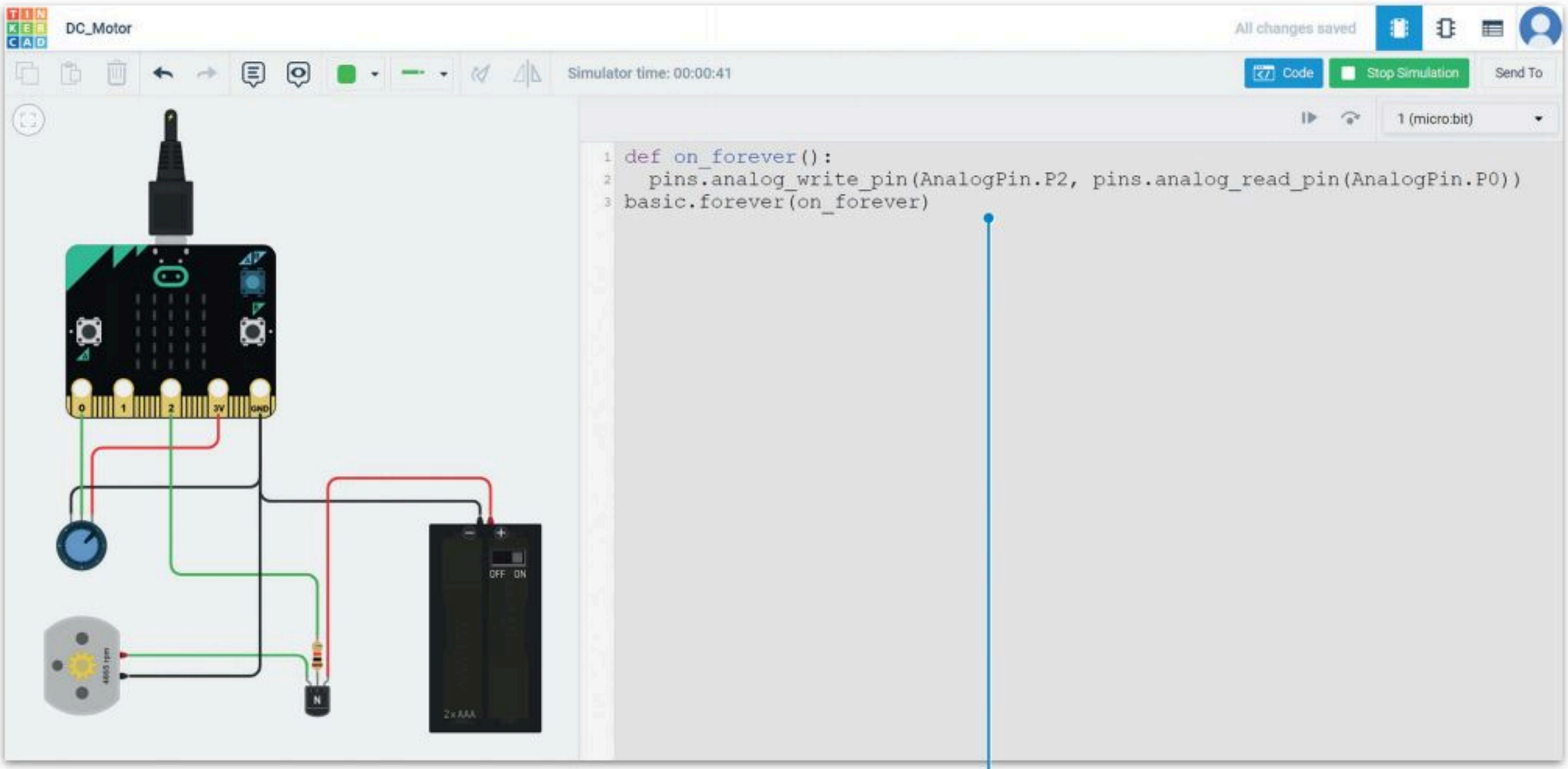
> قم بتوصيل **الطرف السالب** من **غلاف البطاريات** بـ GND (الطرف الأرضي) **للمايكروبت** وغيِّر لون السلك إلى Black (أسود). 1

> قم بتوصيل **الطرف الموجب** من **غلاف البطاريات** إلى **طرف المُجمِّع للترانزستور** وغيِّر لون السلك إلى Red (أحمر). 2



شكل 5.54: توصيل البطارية

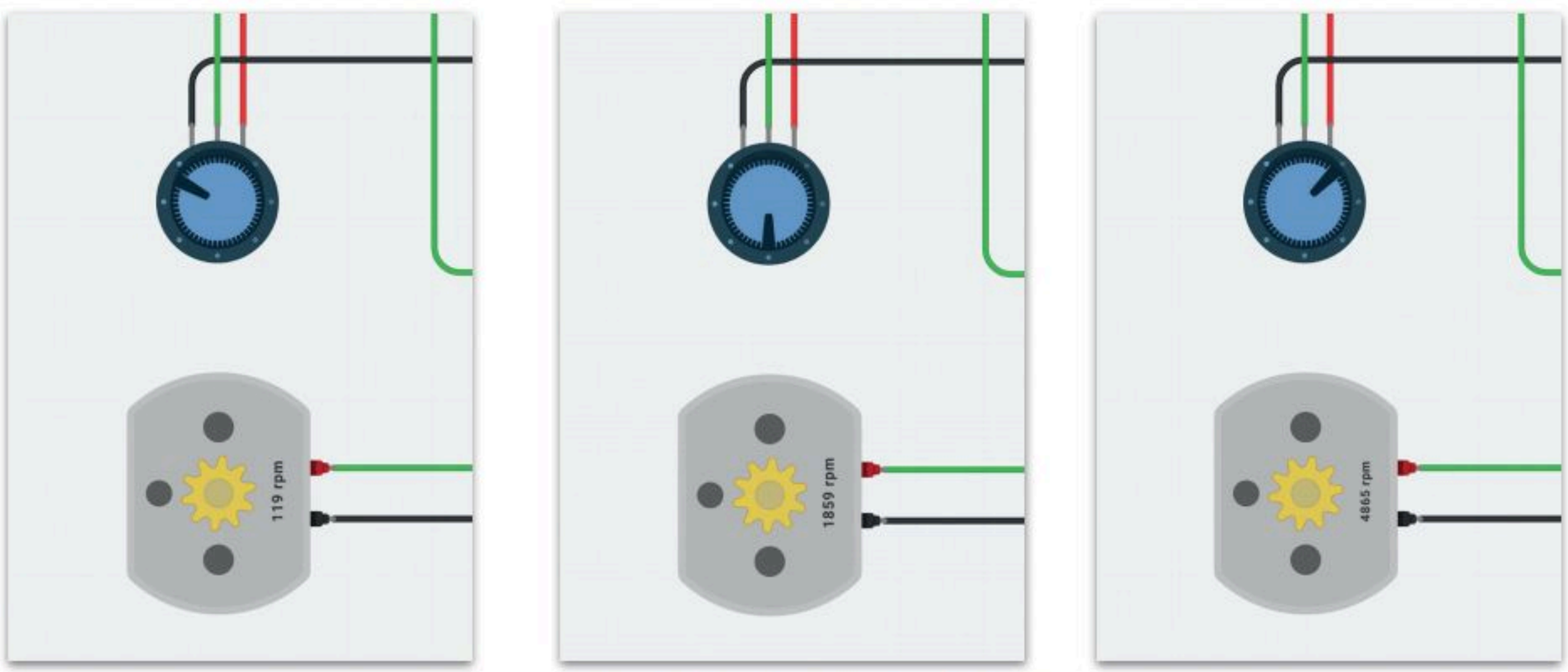
في الختام، اكتب الأوامر البرمجية أدناه وابدأ المحاكاة.



شكل 5.55: اختبار البرنامج

```
def on_forever():
  pins.analog_write_pin(AnalogPin.P2, pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0))
basic.forever(on_forever)
```

لاحظ التغير في دوران **محرك التيار المستمر** عند تعديل **فرق الجهد** بواسطة **المقاومة المتغيرة**.



شكل 5.56: ضبط فرق الجهد باستخدام المقاومة المتغيرة.

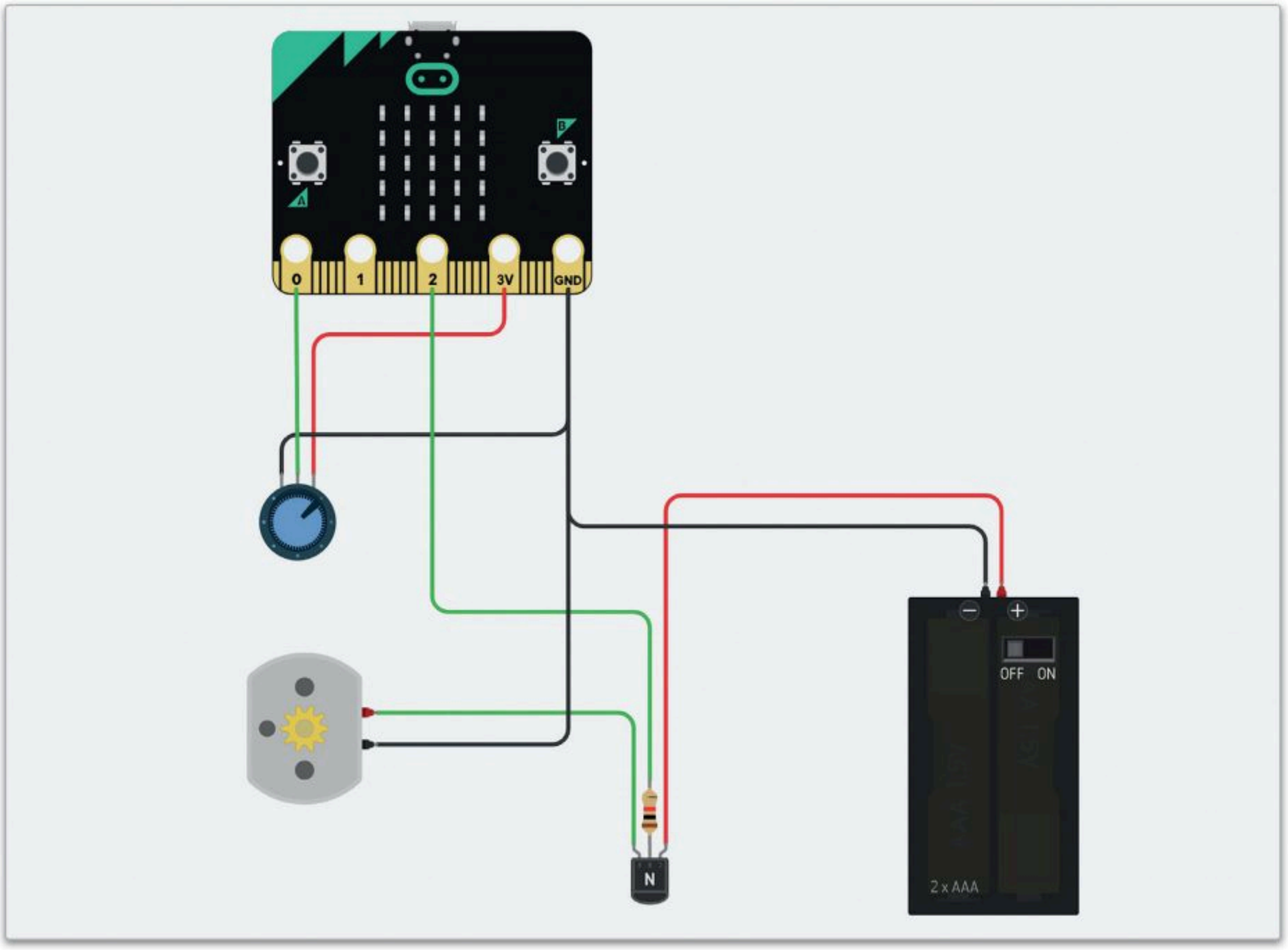
تمرينات

1 ما المقصود بالمقاومة المُتَغيِّرة الخَطِّية؟ وما الفرق الرئيس بينها وبين المقاومة المُتَغيِّرة الدَورانِية؟

2 ابحث عن المثال الأكثر شيوعًا لجهاز يستخدم المقاومات الخطية المتغيرة، ثم بيِّن سبب استخدام هذا النوع من المقاومات في هذا الجهاز.

3 افحص الدائرة الآتية وبرنامجها بعناية للوصول إلى المشكلة الموجودة فيها، ثم وضّح الخطوات اللازمة لتصحيحها.

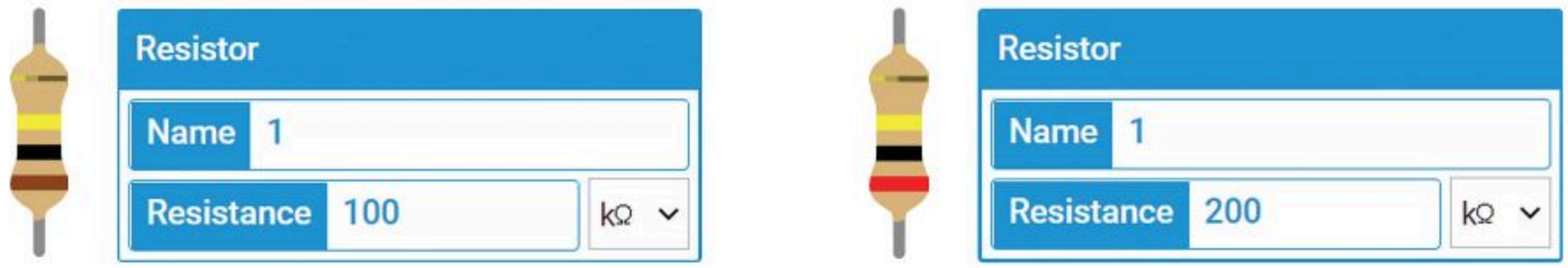
```
def on_forever():
  pins.analog_write_pin(AnalogPin.P1, pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0))
basic.forever(on_forever)
```

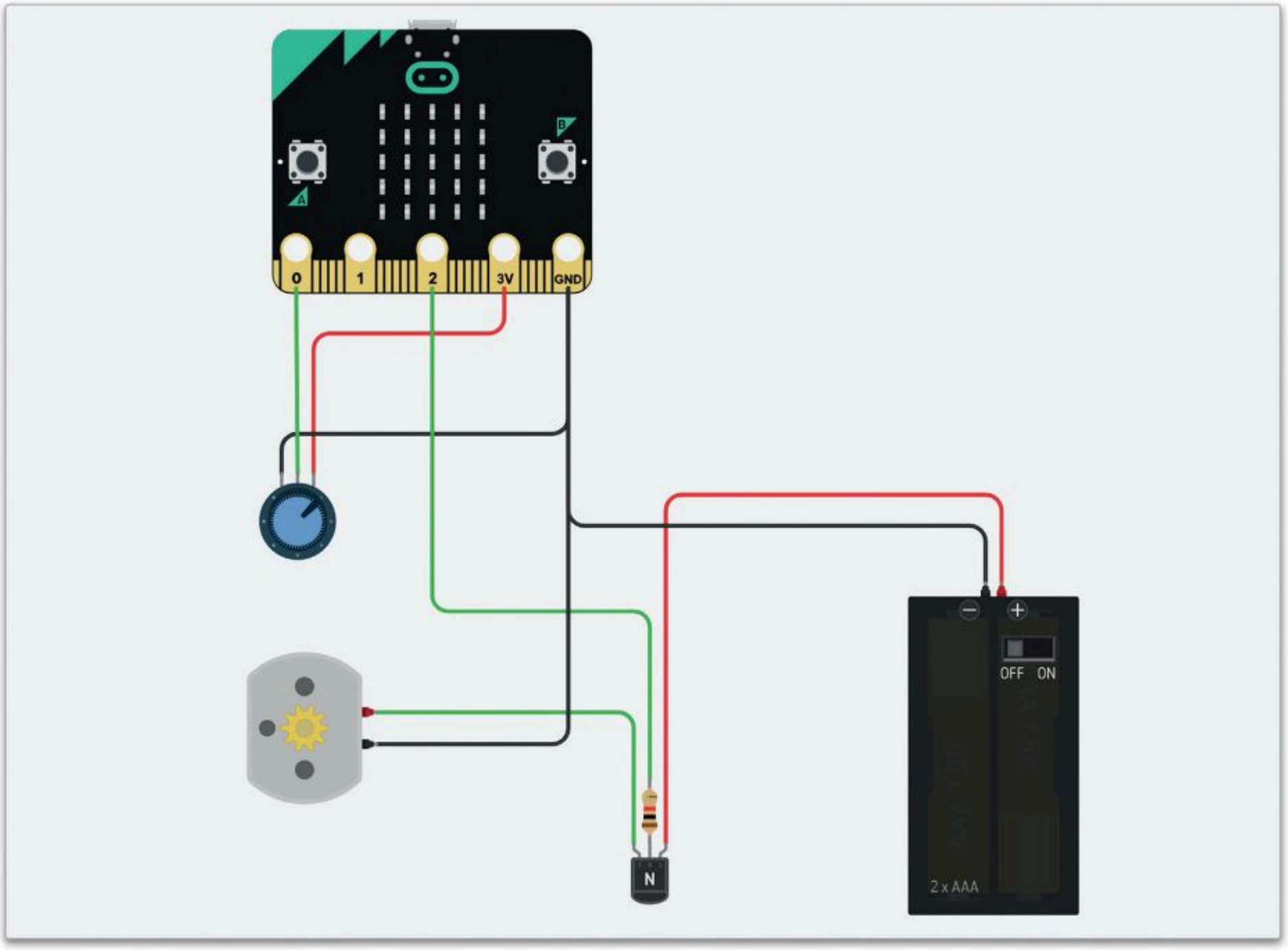


4 لماذا استُخدمت الدالتان pins.analog_write_pin وpins.analog_read_pin في الدائرة السابقة عِوضًا عن الدالتين pins.digital_write_pin و pins.digital_read_pin؟

5 ما الغرض من استخدام ترانزستورات من نوع NPN في الدائرة الإلكترونية؟ ثم صِف طريقة عملها.

6 في المشروع الأخير من الدرس، غيِّر قيمة المقاومة إلى 100 كيلو أوم ثم إلى 200 كيلو أوم. ما مدى تأثير هذا التغيير على محرك التيار المستمر؟





المشروع

1 **تُستخدم أجهزة التحكم الدقيقة** لتنفيذ أنظمة إلكترونية مستقلة، كنُظُم إنذار الحرائق، ومهمتها اكتشاف الحرائق فور حُدوثها وإصدار إشارات الإنذار لإخلاء المباني.

2 **صمِّم** دائرة إلكترونية ونفذها باستخدام جهاز تحكم دقيق مثل المايكروبت لتعمل كنظام إنذار للحريق، ثم اكتب الأوامر البرمجية المطلوبة لجهاز التحكم الدقيق لتفعيل خاصية الإنذار في ظل ظروف معينة مثل ارتفاع درجة الحرارة.

3 **بالإضافة** إلى استخدام التنبيه الصوتي في الدائرة، قم بالتحذير من الحريق بشكلٍ مرئي. يمكنك استخدم الرموز أو النصوص لتنبيه الأشخاص الذين يعانون من الإعاقة السمعية أو ضعف السمع لخطر الحريق.

4 **قم بتعديل** تصميمك بحيث يشمل التحقق من التغير في مستويات الإضاءة، كالسطوع الشديد في البيئة المحيطة، حيث أن ارتفاع درجات الحرارة والسطوع الشديد يُعدَّان من المؤشرات المهمة على اندلاع حريق داخل المبنى.

5 **قم بمحاكاة** تصميم الدائرة واستكشف الأخطاء بها وقم بتصحيحها باستخدام تطبيق دوائر تينكركاد.

هل استخدمت الحد الأدنى من المكونات الإلكترونية المطلوبة؟ حيث أنه من المهم إنشاء الدوائر الإلكترونية بأقل عدد ممكن من المكونات، وذلك للحفاظ على بساطة التصميم وتقليل التكلفة وخفض استهلاك الطاقة في الدائرة.

ماذا تعلّمت

- المكونات الخارجية لدائرة جهاز التحكم الدقيق.
- كيفية تأثير المكونات المختلفة على الدائرة المنطقية.
- كيفية برمجة جهاز التحكم الدقيق مايكروبت باستخدام لغة البايثون.
- استخدام مُستشعِري درجة الحرارة والإضاءة في المايكروبت.
- تصميم دوائر تدمج جهاز التحكم الدقيق للاستخدام في التطبيقات الحياتية.
- تنظيم فرق الجهد في دائرة إلكترونية باستخدام المقاومة المتغيرة.
- التعرف على الترانزستور.
- كيفية استخدام الترانزستور لتضخيم فرق الجهد في الدائرة الإلكترونية.
- كيفية استخدام محرك تيار مستمر كمُشغِّل للحركة.

المصطلحات الرئيسة

طنان كهربائي	Piezo Buzzer	محرك التيار المستمر	DC Motor
مُستشعِر الحركة	PIR Sensor	مجال الرؤية	Field Of View (FOV)
مقاومة متغيرة	Potentiometer	مصفوفة الدايودات المشعة للضوء	LED Matrix
محرك مؤازر أو محرك سيرفو	Servomotor	جهاز التحكم الدقيق	Microcontroller

متطلب البرمجة بلغة بايثون

تعد البرمجة أحد أهم المهارات التي ينبغي اكتسابها من قبل الطلاب الملتحقين بمسار علوم الحاسب والهندسة حيث تعد متطلبًا لعدد من المناهج في هذا المسار ومنها منهجا الهندسة وعلم البيانات. لتسهيل اكتساب الطالب لأساسيات البرمجة بلغة البايثون، فقد صُمّم المحتوى الآتي الذي يمكن الوصول إليه بمسح رمز الاستجابة السريع الخاص بكل موضوع. وينصح الطالب بوضع خطة زمنية لإتمام الاطلاع على هذه الوحدات ويمكن الاسترشاد بالمدة الزمنية المقترحة لكل وحدة كما يمكن للطالب وضع علامة (✓) لتعليم الوحدات التي أتمها.

الوحدة	المدة الزمنية المقترحة	رمز الاستجابة السريع	هل أتممت الوحدة؟
1 . مقدمة في البايثون Introduction to Python	يوم واحد		
2. المدخلات والمخرجات والعمليات الحسابية Input-Output and Mathematical Operations	يوم واحد		
3 . الجمل الشرطية Conditional Statements	يومان		

الوحدة	المدة الزمنية المقترحة	رمز الاستجابة السريع	هل أتممت الوحدة؟
4. التكرارات والدوال Loops and Functions	يومان		
5 . القوائم وصفوف البيانات والمكتبات البرمجية Lists, Tuples and Python Libraries	أسبوع		
6. القواميس والقوائم المتداخلة وملفات البيانات Dictionary, Nested Lists and Data Files	أسبوع		
7 . هياكل البيانات المتقدمة ودوال الاستدعاء الذاتي Advanced Data Structures and Recursion	أسبوعان		
8 . مقدمة في البرمجة الكائنية Introduction to Object Oriented Programming	أسبوعان		