

تحسين إنتاج بطاريات الليثيوم أيون باستراتيجيات الرقمنة الموجّهة

راتينجن، ألمانيا ١٨ يونيو ٢٠٢٤

مستقبل قطاع بطاريات الليثيوم أيون مشرق للغاية. فعلى مدار ما يقرب من ثلاثة عقود منذ أن انتقلت هذه التكنولوجيا من المختبرات إلى خطوط الإنتاج، حققت نجاحات متتالية، وهي الآن تستعد لتصبح عاملاً رئيسياً في ثورة النقل العالمية. ومع تزايد الطلب، يزداد الضغط على الشركات المصنعة. كيف يمكنها توسيع نطاق عملياتها وتحسينها بشكل فعال لتحويل التحديات التي يواجهونها إلى فرص؟

يستكشف *Klaus Petersen*، مدير قسمي صناعة السيارات وصناعة بطاريات الليثيوم في شركة *Factory Automation EMEA* التابعة لشركة *Mitsubishi Electric*، العوامل التي تعوق الشركات المصنعة للبطاريات وكيفية التغلب عليها.



[المصدر: GettyImages-1353796862]

تعليق الصورة: يمكن للتكنولوجيات الرقمية جمع ومعالجة الكميات الهائلة من البيانات التي يتم إنتاجها في التصنيع الحديث، وذلك من أجل تقديم رؤى للمساعدة في تحسين عمليات الإنتاج.

تتطلب بطاريات الليثيوم أيون مواد خام باهظة الثمن وتخضع لعملية إنتاج معقدة بشكل خاص مع ارتفاع معدلات التخريد. وإذا أرادت الشركات المصنعة توسيع نطاق عملياتها ومساعدة المركبات الكهربائية (EV) على إثبات جدارتها في قلب قطاع النقل، فإنها بحاجة إلى كل ميزة ممكنة يمكنها الحصول عليها.

أحد الأساليب التي يمكن أن تساعد في تحقيق هذه الميزة هو الرقمنة - أي تطبيق التكنولوجيات الرقمية لجمع ومعالجة الكميات الهائلة من البيانات التي يتم إنتاجها في التصنيع الحديث، وذلك من أجل تقديم رؤى

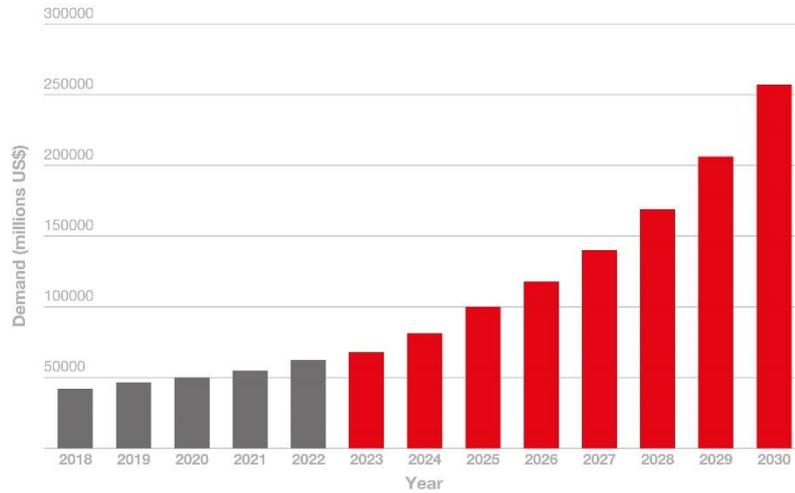
لتحقيق فوائد ملموسة لعملية الإنتاج.

تلبية الطلب المتزايد

من الصعب جدًا المبالغة في تقدير مدى النمو الكبير الذي سيشهده قطاع بطاريات الليثيوم أيون خلال العقد القادم. فقد ساعد الطلب المتزايد من قطاع السيارات الكهربائية (EV) بالفعل على نمو السوق العالمي من حوالي ٤٠ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠١٨ إلى أكثر من ٦٠ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٢، ومن المتوقع أن يتسارع معدل النمو هذا. وبحلول نهاية العقد، من المتوقع أن تبلغ قيمة السوق أكثر من ربع تريليون دولار¹.

ومع ذلك، فإن الحجم الهائل لهذا التوسع يطرح العديد من التحديات. ولا يقتصر الأمر على أن المنافسة ستزداد شراسة بشكل مذهل فحسب، بل إن المواد الخام المستخدمة في صناعة بطاريات الليثيوم أيون ستصبح أكثر تكلفة مع ارتفاع الطلب. يجب استخراج الليثيوم والكوبالت والنيكل ومعالجتها قبل استخدامها في التصنيع، وتتوقع وكالة الطاقة الدولية أن يزداد إجمالي الطلب على المعادن اللازمة لإنتاج السيارات الكهربائية (EV) بمقدار ٣٠ مرة بين عامي ٢٠٢٠ و٢٠٤٠².

Global demand for Li-Ion batteries



[المصدر: شركة Mitsubishi Electric Europe، ألمانيا].

مصدر البيانات: <https://www.statista.com/statistics/1339880/global-battery-market-size-by-technology/>

[/by-technology/](#)

¹ <https://www.statista.com/statistics/1339880/global-battery-market-size-by-technology/>

² <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>

تعليق الصورة: بحلول نهاية العقد الحالي، من المتوقع أن تبلغ قيمة قطاع بطاريات الليثيوم أيون العالمي أكثر من ربع تريليون دولار.

إذا كان قطاع التصنيع سيلبي الطلب المتزايد على السيارات الكهربائية (EV)، فمن الضروري أن يكون الإنتاج فعالاً قدر الإمكان. ومع ذلك، فإن أحد التحديات الرئيسية التي تواجه قطاع البطاريات حالياً هو تنفيذ مراقبة فعالة للجودة ومعالجة مشكلة معدلات الهدر العالية.

وعلى الرغم من كون المنتجات النهائية مصنوعة من مواد ذات قيمة، يمكن أن يتوقع المصنع النموذجي أن يرى حوالي ١٠% من هذه المنتجات لا تفي بالحد الأدنى من المعايير وينتهي بها الأمر كخردة³. وفي كثير من الحالات، يمكن أن يصل هذا المعدل إلى ٣٠%. وهذا المستوى المرتفع من التخريد مكلف للغاية، وهو أحد الأسباب التي تجعل البطارية تمثل عادةً ما يصل إلى ٦٠% من التكلفة الإجمالية للسيارة الكهربائية (EV)⁴.

ولا يرجع ذلك إلى الإهمال أو السلوك غير المسؤول من جانب الشركات المصنعة. بل لأن عملية التصنيع نفسها تجعل من الصعب للغاية تنفيذ تدابير مراقبة الجودة التقليدية. التحديات التي تواجه تصنيع بطاريات الليثيوم أيون

يبدأ تصنيع بطاريات الليثيوم أيون بإنشاء شرائط (أو رقائق) من المعدن - النحاس للأنود والألومنيوم للكاثود. ويمكن أن يختلف حجم هذه الأشرطة بشكل كبير، اعتماداً على تصميم ومواصفات البطاريات التي يتم إنتاجها، ولكن عادةً ما يكون طولها عدة مئات من الأمتار - وغالباً ما تمتد لأكثر من كيلومتر في مواقع التصنيع الأكبر - ويتراوح عرضها بين بضعة سنتيمترات إلى أكثر من متر.

ولتحويلها إلى بطاريات، يتم طلاء الأشرطة بطبقة رقيقة من ملاط المواد النشطة. وعادة ما يتم طلاء الكاثود بمواد مثل أكسيد كوبالت الليثيوم أو فوسفات حديد الليثيوم أو أكاسيد فلزات الليثيوم الأخرى، بينما يتم طلاء الأنود بمواد أساسها الجرافيت أو السيليكون.

<https://www.batterypoweronline.com/news/the-cost-benefits-of-investing-in-solutions-to-reduce-3>

[battery-waste-and-scrappage-in-gigafactories/](https://www.batterypoweronline.com/news/the-cost-benefits-of-investing-in-solutions-to-reduce-3)

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>

وبغض النظر عن المواد المستخدمة في الطلاء، يؤثر سُمك هذه الطلاءات بشكل كبير على سعة الطاقة للبطارية النهائية وكفاءة نقل الأيونات. يمكن للطلاءات السميكة أن تخزن المزيد من المواد النشطة، ما قد يزيد من سعة تخزين الطاقة الكلية للبطارية. ومع ذلك، هذه الميزة تأتي مع بعض التضحيات، فالطلاءات السميكة للغاية قد تعيق حركة أيونات الليثيوم بين الأقطاب الكهربائية، ما يقلل من سرعة شحن البطارية وسرعة تفريغها.

هذا التوازن بين السُمك لزيادة تخزين الطاقة والحاجة إلى نقل الأيونات بكفاءة أمر بالغ الأهمية، لأنه يؤثر بشكل مباشر على أداء البطارية، ولا سيما في تطبيقات السيارات الكهربائية (EV) التي تتطلب توصيلاً سريعاً للطاقة. إذا كان الطلاء سميكاً جداً أو رقيقاً جداً، فقد لا تكون أجزاء كبيرة من الشريط مناسبة للاستخدام في المنتج النهائي.

وعلى الرغم من أن السُمك المثالي يختلف حسب المتطلبات الدقيقة للشركة المصنعة، إلا أن سُمك طلاءات الكاثود عادة ما تكون في نطاق يتراوح بين ١٠٠ و ٢٠٠ ميكرومتر، بينما تميل طلاءات الأنود إلى أن تكون أرق قليلاً، وعادة ما يتراوح سمكها بين ٧٠ و ١٢٠ ميكرومترًا تقريباً. وهذا، بالمصادفة، هو تقريباً نطاق السُمك المتوقع من شعرة الإنسان⁵.

من المتوقع أن الحفاظ على طبقة رقيقة متناسقة بهذا الشكل على مساحة تصل إلى مئات الأمتار المربعة يمثل تحدياً كبيراً. وقد تؤثر عشرات العوامل على سُمك المنتج النهائي، بدءاً من درجة حرارة الطبقة الرقيقة وصولاً إلى الرطوبة داخل المصنع. ويكاد يكون من المستحيل فهم هذه البيانات المعقدة والمتغيرة باستمرار بالنسبة إلى أنظمة التصنيع التقليدية. ولكن هنا يأتي دور التطبيق الصحيح لتكنولوجيات التصنيع الرقمي لمساعدة الشركات على التفوق.

من البيانات الأولية إلى النتائج

تم تجهيز خطوط التصنيع الحديثة بمجموعة كبيرة من أجهزة الاستشعار، ما يولد حجماً هائلاً من البيانات. وعندما يتم تحليل هذه البيانات بشكل فعال، يمكن استخدامها لإجراء تحسينات كبيرة في عملية التصنيع.

⁵<https://bionumbers.hms.harvard.edu/bionumber.aspx?id=106856&ver=2>

أحد التطبيقات الشائعة هو الصيانة التنبؤية. على سبيل المثال، من خلال تحليل اتجاهات البيانات، من الممكن التنبؤ بالوقت الذي ستتطلب فيه الماكينة صيانة موجّهة استنادًا إلى سحب وحدة نقل الحركة تيارًا أكثر قليلاً من المعتاد، أو زيادة في سعة التذبذبات. وهذا يسمح للمشغلين بالتعامل مع المشكلة قبل أن تبدأ في التسبب في مشكلات فعلية بوقت طويل، ما يمنع التعطل غير المتوقع ويعزز الكفاءة.

يمكن للشركات استخدام هذا المبدأ نفسه لتحسين حالة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون، ليس فقط من خلال إدخال الصيانة التنبؤية، ولكن من خلال العمل على تحديد العوامل المرتبطة بجودة الخلايا. يمكن أن يحدد ذلك المعلمات التي يمكن التحكم فيها لتصنيع خلايا عالية الجودة، ما يحسن من قيمة البطاريات العملية ويقلل من كمية المواد التي يجب تخريبها.

لقد طبقت Mitsubishi Electric هذه المعرفة فعلاً على خطوط الإنتاج الفعلية لبطاريات الليثيوم أيون، وحققت نتائج مبهرة. حيث ركّز الفريق على مشكلة عدم تناسق سُمك الطبقة الرقيقة وجمع بيانات من ١٢٧ معلمة مختلفة لتحديد المعلمات ذات الصلة.

وبمساعدة حل MELSOFT MaiLab الذي يعتمد على الذكاء الاصطناعي من Mitsubishi Electric، وجد الفريق أن هناك أربعة عوامل مرتبطة بقوة بالتغيرات في سُمك الطلاء، وهي الشد، وضغط الطلاء، ودرجة الحرارة الزائدة، والمسافة من فتحة الطلاء.

وبعد تزويد الفريق بهذه المعلومات القيمة، أنشأ قاعدة تشخيصية للكشف عن السُمك. ثم قام الفريق بدمج هذه القاعدة في تكنولوجيا الأتمتة الصناعية، مثل أجهزة التحكم في الشد، لمراقبة المعلمات وتعديلها بدقة لضمان أن أكبر قدر ممكن من الشريط يستوفي معايير الجودة.

تحقيق مستقبل رقمي

إن تنفيذ الأدوات والتكنولوجيا والخبرة المطلوبة لخط التصنيع الرقمي ليس بالضرورة إجراءً معقداً، ولا تغييراً ثنائياً، أو تغييراً لا مجال للتسوية فيه يجب إدخاله دفعة واحدة في خط الإنتاج بأكمله. لكنّه تغيير يجب التعامل معه بعناية. يتطلب التنفيذ الناجح أكثر من مجرد شراء المعدات المناسبة. ويجب معالجته من منظورين في الوقت نفسه، وهما المنظور التقني والمنظور التشغيلي.

على الجانب التقني، تحتاج الشركة المصنعة إلى الوصول إلى الأدوات المناسبة. وهذا يعني التأكد من أن جميع الآلات وأجهزة الاستشعار لديها اتصال ممتاز ومرتبطة بمركز بيانات عالي الجودة باستخدام حلول الشبكات الصناعية المتقدمة. ويمكن أن تتيح حلول مثل شبكة CC-Link IE TSN وأجهزة الكمبيوتر الصناعية MELIPC أخذ عينات عالية الدقة، وهو أمر ضروري بشأن استخدام مواد معقدة وقابلة للتغيير مثل بطاريات الليثيوم أيون.

علاوةً على ذلك، من المهم الاستثمار في أدوات التمثيل المرئي والارتباط المتميزة، مثل تلك المضمنة في برنامج MaiLab ومجموعة ICONICS GENESIS64. ستسمح هذه الأدوات للخبراء بالكشف عن الرؤى المخفية في أي بيانات وتمكين الخوارزميات المدعومة بالذكاء الاصطناعي من معالجة كم هائل من المعلومات والكشف عن الارتباطات التي لم يكن ليكتشفها أي إنسان.

تتيح أداة التمثيل الرقمي مثل أداة MELSOFT Gemini من Mitsubishi Electric للشركات المصنعة إنشاء نسخة افتراضية من العملية وتجربة أي تغييرات. ومع ذلك، من المهم عدم الانغماس في جعل التمثيل الرقمي معقدًا للغاية، ولا سيما خلال المراحل الأولى من المسيرة الرقمية لدى الشركة. فلا توجد فائدة كبيرة من محاولة نمذجة مصنع بأكمله عندما تكون مهتمًا فعلاً بقطعة واحدة فقط من الآلات.

على المستوى التشغيلي، تبدأ عملية الرقمنة في تصنيع بطاريات الليثيوم أيون بإرساء أساس تشغيلي متين، وهو أمر ضروري للاستفادة من الإمكانيات الكاملة للتكنولوجيات الجديدة.

وبدلاً من إجراء تحديث شامل، يجب على الشركات المصنعة اعتماد نهج تدريجي، وذلك من خلال بدء مشاريع تجريبية تستهدف مجالات محددة من عملياتها. وتعد هذه المشاريع خطوة أولى عملية، حيث تساعد الفرق على التعرف على الأدوات والعمليات الجديدة في سياق يمكن التحكم فيه، ومعالجة أي مشكلات على نطاق أصغر، وإظهار الفوائد الملموسة للرقمنة.

توفر المشاريع التجريبية ذات الأهداف الواضحة والقابلة للقياس طريقة إستراتيجية لعرض المكاسب السريعة، وذلك لضمان تأييد أصحاب المصلحة وتمهيد الطريق لتنفيذ أوسع نطاقاً. ويسمح هذا النهج المنهجي بالدمج السلس لتكنولوجيات التصنيع الرقمي، وذلك يقلل من المخاطر ويعزز كفاءة وجودة عملية التصنيع. كما أن البدء على نطاق صغير والتوسع بناءً على النجاحات، يتيح للشركات المصنعة ضمان الانتقال إلى التصنيع الرقمي على نحو أكثر فعالية، وذلك يجعلها في وضع يسمح لها بتلبية المتطلبات المتطورة لسوق البطاريات.

تحويل التحديات إلى فرص

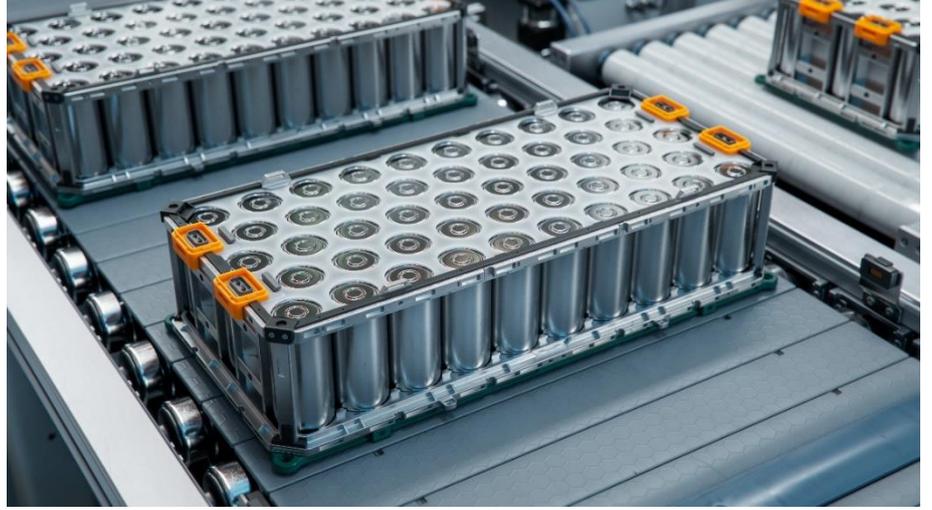
لدى قطاع بطاريات الليثيوم أيون فرص هائلة، ولكنّه يواجه أيضًا تحديات ضخمة. ومع تصاعد الطلب على السيارات الكهربائية (EV)، فإن زيادة الإنتاج لا تتطلب تخطيطًا استراتيجيًا فحسب، بل تتطلب أيضًا استخدام التكنولوجيا والبيانات لتجاوز هذه التعقيدات بكفاءة.

وهنا، تقدم الرقمنة مسارًا واضحًا للمضي قدمًا. فهي تتيح المراقبة والتحليلات في الوقت الفعلي، ما يُحسّن من عملية اتخاذ القرار وجودة المنتج مع تقليل الهدر. يتطلب التحول نحو التصنيع الرقمي استثمارًا وتغييرًا في طريقة التفكير، ولكنّه يعد بعائدات ملموسة. ومع تطور صناعة بطاريات الليثيوم أيون، فإن تبني الرقمنة ليس مجرد خيار لأولئك الذين يهدفون إلى الريادة في التحول إلى الطاقة المستدامة، بل هو ضرورة.

وبالرغم من أن الرقمنة غالبًا ما تحجبها مجموعة من المصطلحات والكلمات التجارية، مثل "الثورة الصناعية الرابعة" و"التصنيع الذكي" و"إنترنت الأشياء" وما إلى ذلك، إلا أنّ الحقيقة بسيطة. يكمن جوهر الرقمنة في تحويل ما هو تناظري إلى رقمي، ثم تطبيق المعرفة والخبرات الهندسية لتقديم عمليات محسنة ومثالية. ولا يجب أن يكون مفهوم الرقمنة أكثر تعقيدًا من ذلك.

اكتشف المزيد حول "تحسين إنتاج بطاريات الليثيوم أيون بإستراتيجيات الرقمنة الموجهة" على موقعنا الإلكتروني. تفضل بزيارة

<https://emea.mitsubishielectric.com/fa/solutions/industries/lithium-ion-battery>



[المصدر: GettyImages-1570041396]

تعليق الصورة: يمكن أن تساعد إستراتيجيات الرقمنة الموجهة للشركات المصنعة للبطاريات على توسيع نطاق عملياتها بنجاح.

الصورة (الصور) الموزعة مع هذا البيان الصحفي هي للاستخدام التحريري فقط وتخضع لحقوق النشر. يقتصر استخدام الصورة (الصور) على إرفاقها في البيان الصحفي المذكور هنا فحسب، ولا يُسمح بأي استخدام آخر.

-/انتهى/-

نبذة عن شركة Mitsubishi Electric

مع أكثر من ١٠٠ عامًا من الخبرة في مجال توفير منتجات موثوق بها وعالية الجودة، تعد شركة Mitsubishi Electric (طوكيو: ٦٥٠٣) شركة رائدة عالميًا معترف بها في مجال تصنيع وتسويق وبيع المعدات الكهربائية والإلكترونية المستخدمة في معالجة المعلومات والاتصالات وتنمية الفضاء والاتصالات عبر الأقمار الصناعية والإلكترونيات الاستهلاكية والتكنولوجيا الصناعية والطاقة والنقل ومعدات البناء. تُثري شركة Mitsubishi Electric المجتمع بالتكنولوجيا انطلاقًا من بيانها "التغيير نحو الأفضل". وقد سجّلت الشركة إيرادات بلغت ٥,٢٥٧,٩ مليار ين (٣٤,٨ مليار دولار أمريكي*) في السنة المالية المنتهية في ٣١ مارس، ٢٠٢٤.

وللمزيد من المعلومات، نفضل زيارة الموقع الإلكتروني www.MitsubishiElectric.com

*يتم تحويل المبالغ بالدولار الأمريكي من الين بسعر صرف ١٥١ ينًا= ١ دولار أمريكي، وهو السعر التقريبي المُعطى من قبل سوق طوكيو لتبادل العملات الأجنبية في ٣١ مارس، ٢٠٢٤.

نبذة عن مجموعة شركات Mitsubishi Electric لأتمتة المصانع

تساعد Mitsubishi Electric في رفع معدل الإنتاجية - والجودة - في المصانع من خلال توفير نطاق واسع من تكنولوجيات الأتمتة والمعالجة، بما في ذلك وحدات التحكم ومنتجات نقل الحركة ومنتجات توزيع الطاقة والتحكم بها وألات التفريغ الكهربائي وألات الشعاع الإلكتروني وآلات المعالجة بالليزر ووحدات التحكم الرقمية المحوسبة والروبوتات الصناعية. بالإضافة إلى ذلك، توفر شبكات الخدمة واسعة النطاق لديها والمنتشرة في كل أنحاء العالم التواصل المباشر والدعم الشامل للعملاء. يُظهر شعار العالمي "أتمتة العالم" نهج الشركة في الاستفادة من الأتمتة لتحسين المجتمع، من خلال تطبيق التكنولوجيا المتقدمة ومشاركة المعرفة الفنية ودعم العملاء بصفقتها شريكًا موثوقًا به.

لمعرفة المزيد عن موضوع "أتمتة العالم"، يرجى زيارة الموقع الإلكتروني:

www.MitsubishiElectric.com/fa/about-us/automating-the-world

شركة Factory Automation EMEA

يقع المقر الرئيسي لشركة Factory Automation EMEA التابعة لشركة Mitsubishi Electric Europe B.V. في راتينجن بالقرب من دوسلدورف، ألمانيا. وهي جزء من شركة Mitsubishi Electric Europe B.V. التي تم تمثيلها في ألمانيا منذ عام ١٩٧٨، وهي شركة تابعة مملوكة بالكامل لشركة Mitsubishi Electric Corporation، الكائنة في اليابان. ويتمثل دور شركة Factory Automation EMEA في إدارة المبيعات والخدمة والدعم على مستوى مجموعتها من الفروع المحلية والموزعين المحليين في جميع أنحاء منطقة أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

لمزيد من المعلومات، تفضل بزيارة emea.mitsubishielectric.com/fa

حول مفهوم e-F@ctory

e-F@ctory هو المفهوم المتكامل لشركة Mitsubishi Electric لبناء أنظمة تصنيع موثوقة ومرنة تمكن المستخدمين من تحقيق العديد من تطلعاتهم التصنيعية عالية السرعة القائمة على المعلومات. ومن خلال نشاط حلول الشركاء، e-F@ctory Alliance، وعمله مع جمعيات الشبكات المفتوحة مثل CC-Link Partners Association (CLPA)، يمكن للمستخدمين بناء حلول شاملة تستند إلى مبدأ "الأفضل في فئتها" الواسع النطاق.

وخلاصة القول إن مفهوم e-F@ctory ونشاط e-F@ctory Alliance يمكنان الزبائن من تحقيق التصنيع المتكامل مع الاحتفاظ بالقدرة على اختيار أفضل الموردين والحلول.

*تعد e-F@ctory و iQ Platform علامتين تجاريتين لشركة Mitsubishi Electric Corporation

في اليابان ودول أخرى.

*الأسماء والعلامات التجارية الأخرى مملوكة لشركات أخرى.

*جميع العلامات التجارية الأخرى معترف بها

تابعنا على:

[youtube.com/user/MitsubishiFAEU](https://www.youtube.com/user/MitsubishiFAEU)



twitter.com/MitsubishiFAEU



<https://www.linkedin.com/showcase/mitsubishi-electric-europe-factory-automation-emea/>



https://www.instagram.com/mitsubishi_electric_fa_emea/



جهة الاتصال الصحفية:

Mitsubishi Electric Europe B.V.

Factory Automation EMEA

Monika Butterbach

Media Relations

Mitsubishi-Electric-Platz 1

40882 Ratingen, Germany

هاتف: +49 (0)2102 486-2150

هاتف محمول: +49 (0)172 261 4824

Monika.Butterbach@meq.mee.com

الموضوع/المحرر:

DMA Europa Ltd.

Philip Howe

Progress House, Great Western

Avenue, Worcester, UK, WR5 1AQ

هاتف: +44 (0)1905 917477

philip.howe@dmaeuropa.com

www.dmaeuropa.com

التوزيع/النشر:

MEPAX

Jessica REITMAIER

الهاتف: +34 (0) 695 202 002

j.reitmaier@mepax.com

www.mepax.com