ChargeFlow Technologies Inc.

المواصفات التقنية للتركيب والتكلفة

مخططات النظام الكاملة، وإجراءات التركيب، وقائمة المواد، ودليل الموردين

أوتاوا، أونتاريو، كندا

سبتمبر 2026

ملاحظة حول العناصر المرئية: الأشكال الواردة في هذه الوثيقة هي مخططات هندسية أصلية أُعدّت لشركة ChargeFlow، وليست صورًا فوتوغرافية لتركيب فعلي (لا توجد حتى الآن صور للموقع أو للمنتج). التكاليف هي تقديرات مبنية على مصادر التوريد، وليست عروض أسعار من الموردين — انظر القسم 8. أُبقيت تسميات المخططات باللغة الإنجليزية، وهو العرف المعتمد دوليًا في المخططات التقنية والهندسية.

جدول المحتويات

1. الغرض والنطاق

هذه الوثيقة هي المرافقة التقنية لوثائق مشروع البحث والتطوير الخاصة بشركة ChargeFlow Technologies Inc. وبينما تغطي تلك الوثيقة الرؤية والسوق والتخطيط التجاري، تغطي هذه الوثيقة الجانب الهندسي التنفيذي: مخططات النظام، وقائمة كاملة بالمواد على مستوى المكونات، وإجراء تركيب تفصيلي خطوة بخطوة، ودليل موردين يتضمن الأسعار وبلد المنشأ، مع إعطاء الأولوية للتوريد الكندي حيثما توفّر مورّد مناسب.

يغطي النطاق مستويين للتركيب، بما يتوافق مع خارطة الطريق المرحلية الواردة في الوثيقة الرئيسية:

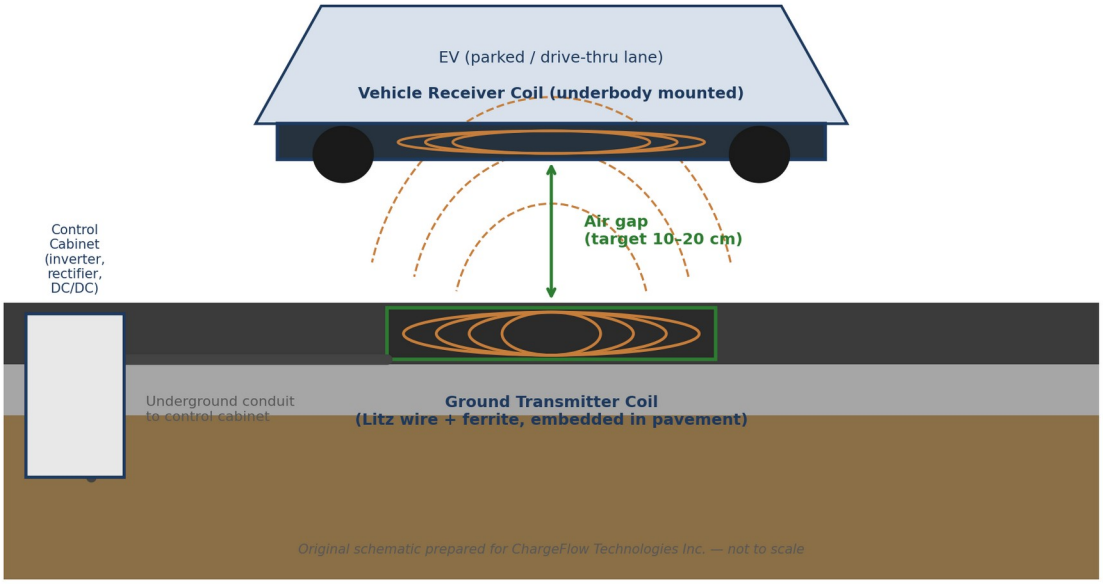
- المستوى A — إثبات مفهوم مخبري (100–500 واط): البناء قصير المدى الذي تدعمه جولة التمويل الحالية.
- المستوى B — تركيب كامل في الموقع (ممر واحد لمطعم سيارات أو منطقة وقوف مكافئة، بمقياس كيلوواط): نموذج تكلفة استشرافي لتجربة المرحلة 3، مبني على بيانات الموردين والمكونات نفسها مع رفع المقياس.

جميع التكاليف بالدولار الكندي ما لم يُذكر خلاف ذلك، وهي محدّثة حتى سبتمبر 2026، وتمثّل تقديرات هندسية مبنية على أسعار قوائم الموردين وأنظمة تجارية مماثلة — وليست عروض أسعار ملزمة من الموردين. يشرح القسم 8 أساس التقدير بالكامل.

2. مخططات النظام

توضّح الأشكال الثلاثة أدناه التركيب الفعلي، وموضع الموقع، والبنية الكهربائية. وهي مخططات أصلية أُعدّت لهذه الوثيقة؛ ولا يوجد حتى الآن نموذج أولي مبني أو موقع مركَّب، لذا لا تتوفر صور فوتوغرافية للموقع.

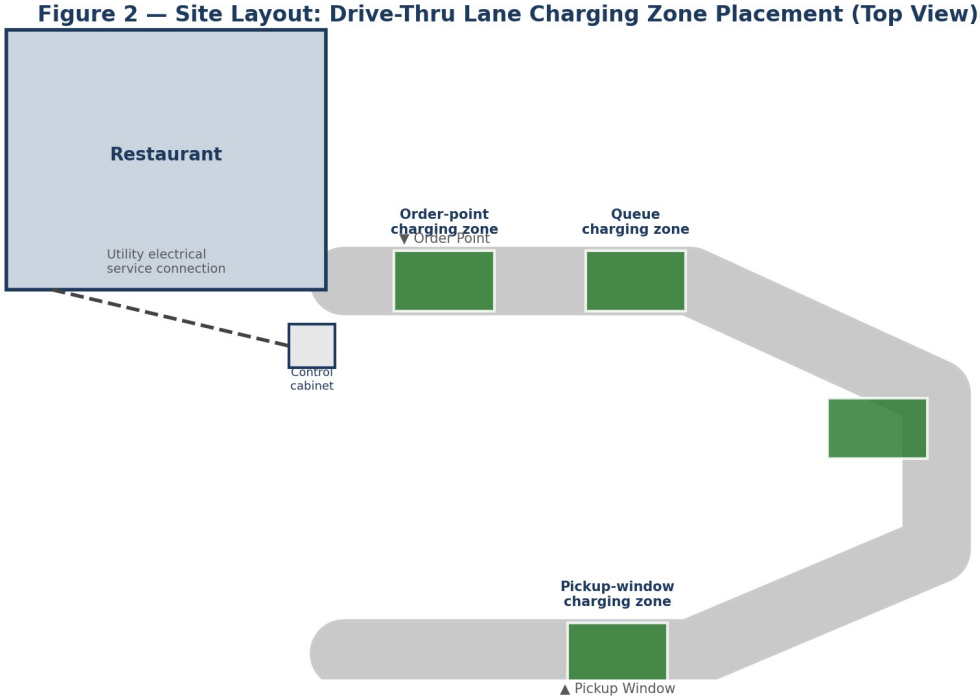
Figure 1 — Cross-Section: Embedded Wireless Charging Installation



الشكل 1 — مقطع عرضي: تركيب الشحن اللاسلكي المدمج

يوضّح ملف الإرسال المدمج تحت سطح الرصف، والفجوة الهوائية إلى ملف الاستقبال المثبّت على المركبة، ومسار القناة الأرضية الممتد إلى خزانة التحكم التي تضم إلكترونيات القدرة.

Figure 2 — Site Layout: Drive-Thru Lane Charging Zone Placement (Top View)

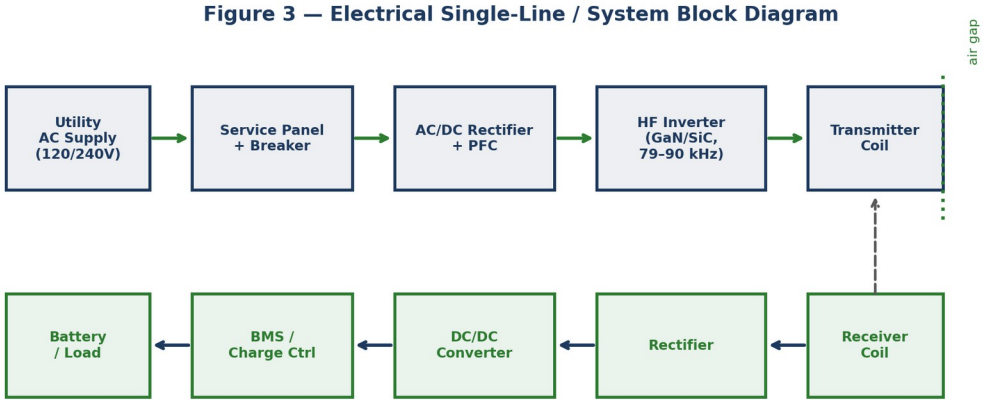


Original schematic prepared for ChargeFlow Technologies Inc. — illustrative, not to scale

الشكل 2 — مخطط الموقع: تحديد مواقع مناطق الشحن في ممر مطعم السيارات

منظر علوي لممر نموذجي لمطعم خدمة سريعة، يوضّح المواقع المرشحة لمناطق الشحن عند نقطة الطلب، وطابور الانتظار، ونافذة الاستلام، مع وضع خزانة التحكم بحيث يكون مسار القناة قصيرًا حتى الخدمة الكهربائية للمبنى.

Figure 3 — Electrical Single-Line / System Block Diagram



Original schematic prepared for ChargeFlow Technologies Inc.

الشكل 3 — المخطط الأحادي الخط الكهربائي / المخطط الوظيفي للنظام

مسار الطاقة الكامل من إمداد المرفق العام وصولًا إلى بطارية المركبة، مقسّمًا إلى سلسلة الجانب الأرضي (الشبكة ← اللوحة ← المقوّم/تصحيح عامل القدرة ← العاكس عالي التردد ← ملف الإرسال) وسلسلة جانب المركبة (ملف الاستقبال ← المقوّم ← محوّل التيار المستمر/المستمر ← نظام إدارة البطارية ← البطارية).

3. المواصفات التقنية للمكونات

المكوّن	المواصفة	الوظيفة
ملف الإرسال	لفّ سلك ليتز على لوحة نواة فيرايت، مضبوط بالرنين عند 79–90 كيلوهرتز (نطاق SAE J2954)	يولّد المجال المغناطيسي المتناوب
ملف الاستقبال	تجميعة ليتز/فيرايت متطابقة، مناسبة لأسفل هيكل المركبة، بغلاف بمعيار IP67	يلتقط التدفق المغناطيسي ويحرّض جهدًا متناوبًا
عاكس عالي التردد	بنية نصف جسر/جسر كامل من GaN أو SiC، تعمل عند تردد رنين الملف	يشغّل ملف الإرسال
الطرف الأمامي للتيار المتردد/المستمر	مقوّم بتصحيح عامل قدرة نشط، مناسب للاستخدام الخارجي/داخل غلاف	يحوّل التيار المتردد من الشبكة إلى ناقل تيار مستمر منظّم
مقوّم جانب الاستقبال	مقوّم متزامن أو بجسر ثنائيات، مصمّم وفق مخرجات الملف	يعيد تحويل التيار المتردد المحرَّض إلى تيار مستمر
محوّل التيار المستمر/المستمر	مرحلة خفض/رفع معزولة، متوافقة مع نطاق جهد البطارية المستهدف	ينظّم الخرج إلى جهد آمن للبطارية
نظام التحكم والمحاذاة	متحكم دقيق + مستشعرات موضع (حثية أو تعتمد على الكاميرا)	يكشف موضع المركبة، ويفعّل/يوقف النقل
الغلاف (الجانب الأرضي)	غلاف خارجي بمعيار NEMA 3R/4 أو ما يعادله من CSA	يضم العاكس والمقوّم وإلكترونيات التحكم
كشف الأجسام الغريبة	نظام فرعي مخصص للاستشعار (من المرحلة 2 فصاعدًا)	يكشف الأجسام/الكائنات الحية بين الملفّين قبل التنشيط

4. إجراء التركيب

4.1 المستوى A — إعداد إثبات المفهوم المخبري

1. تجميع ملفي الإرسال والاستقبال على منصة اختبار مخبرية بإزاحة رأسية/جانبية قابلة للتعديل لمحاكاة الخلوص الأرضي وعدم المحاذاة.
2. توصيل الطرف الأمامي للتيار المتردد/المستمر والعاكس عالي التردد بملف الإرسال، مع التأكد من ضبط الرنين باستخدام محلل شبكة أو مقياس LCR قبل تشغيل الطاقة.
3. التشغيل أولًا بجهد مخفّض؛ والتحقق من شكل الموجة وسلوك التبديل باستخدام راسم الذبذبات قبل الرفع إلى الهدف الكامل 100–500 واط.

4. توصيل ملف الاستقبال بمقوّمه ومرحلة التيار المستمر/المستمر، لينتهي عند مصرف حمل مقاوم أو بطارية اختبار.

5. تسجيل الكفاءة (الواط المدخل مقابل الواط المخرج) عند وضع المحاذاة الأساسي، ثم التكرار عند إزاحات جانبية وزاوية متزايدة لبناء منحنى الكفاءة.

6. التحقق من عمل قواطع الحماية من التيار الزائد والحرارة الزائدة بشكل صحيح قبل أي تشغيل دون إشراف.

4.2 المستوى B — تركيب كامل في الموقع (تجربة المرحلة 3)

7. تقييم كهربائي للموقع: التأكد من سعة الخدمة المتاحة في المنشأة المضيفة؛ والتعاقد مع مقاول كهربائي مرخّص (مسجّل لدى ESA في أونتاريو) لإجراء دراسة حمل.

8. التصاريح: تقديم طلب التصريح الكهربائي ومخطط الموقع إلى البلدية؛ وجدولة مراحل تفتيش هيئة السلامة الكهربائية (ESA).

9. الأعمال المدنية: قطع وحفر قسم الرصف عند مواقع منطقة الشحن المختارة؛ وتركيب مسار قناة أرضية من المنطقة إلى موقع خزانة التحكم.

10. وضع الملف: تركيب تجميعة ملف الإرسال في غلافها المدمج عند العمق المحدد، والتحقق من المستوى والاتجاه، ثم الردم وضغط الطبقة السفلية.

11. استعادة الرصف: صب/ترقيع الإسفلت أو الخرسانة فوق الغلاف المدمج حتى المستوى النهائي، بما يطابق السطح المحيط؛ والانتظار لفترة المعالجة الكاملة قبل تحميل حركة المرور.

12. تركيب خزانة التحكم: تركيب الغلاف المعتمد وفق CSA/NEMA، وتركيب المقوّم/مصحّح عامل القدرة والعاكس وإلكترونيات التحكم؛ وربط تغذية المرفق العام عبر لوحة الخدمة.

13. تركيب المستقبل في جانب المركبة (المركبة التجريبية): تثبيت ملف الاستقبال أسفل هيكل المركبة، وتوجيه الأسلاك إلى مرحلة المقوّم/التيار المستمر-المستمر/نظام إدارة البطارية، ودمجه مع منفذ الشحن الخاص بالمركبة أو واجهة بطارية تجريبية مخصصة.

14. التشغيل التجريبي: التشغيل بدورة عمل منخفضة، والتحقق من أنظمة كشف المحاذاة والأجسام الغريبة، وتأكيد سلوك الإيقاف الآمن، ثم تنفيذ دورة شحن بالقدرة الكاملة تحت الإشراف.

15. التفتيش النهائي والموافقة من هيئة السلامة الكهربائية (ESA) قبل فتح المنطقة أمام حركة المرور الفعلية.

5. قائمة المواد والتكلفة — المستوى A (إثبات المفهوم المخبري)

بما يتوافق مع ميزانية المرحلة الأولى في وثيقة البحث والتطوير الرئيسية، مفصّلة هنا مع تسمية الموردين وبلد المنشأ.

العنصر	المورّد (مسار التوريد)	بلد المنشأ	التكلفة التقديرية (دولار كندي)
سلك ليتز (لفّ الملف)	Patlon (تورنتو، أونتاريو) — يوزّع منتجات New England Wire Technologies	كندا (موزّع) / الولايات المتحدة (تصنيع)	120 – 250 دولار

العنصر	المورّد (مسار التوريد)	بلد المنشأ	التكلفة التقديرية (دولار كندي)
أنوية/ألواح فيرايت	Digi-Key Canada — منتجات TDK/EPCOS وFerroxcube	كندا (موزّع) / اليابان، هولندا (تصنيع)	150 – 350 دولار
ترانزستورات قدرة GaN (العاكس)	GaN Systems (أوتاوا، أونتاريو)، عبر Digi-Key/Mouser Canada	كندا (تصميم وهندسة، أوتاوا) — تصنيع الرقائق دوليًا	100 – 250 دولار
ثنائيات التقويم / ترانزستورات SiC MOSFET	onsemi أو ROHM، عبر Digi-Key Canada	الولايات المتحدة / اليابان (تصنيع)، كندا (توزيع)	60 – 150 دولار
وحدة محوّل التيار المستمر/المستمر	Vicor — Digi-Key/Mouser Canada أو Murata أو ما يماثلها	الولايات المتحدة / اليابان (تصنيع)، كندا (توزيع)	80 – 180 دولار
متحكم دقيق ومستشعرات	Digi-Key Canada / مورّد إلكترونيات محلي	مختلط (توزيع كندي)	100 – 200 دولار
أغلفة مخبرية وأجهزة منصة الاختبار	تصنيع محلي في أوتاوا / مورّد أجهزة	كندا	150 – 300 دولار
الوصول إلى أجهزة القياس (مقياس قدرة، كاميرا حرارية)	استئجار — مورّد معدات اختبار محلي في أوتاوا أو الوصول إلى مختبر Invest Ottawa/Bayview Yards	كندا	150 – 300 دولار
احتياطي طوارئ (15٪)	—	—	140 – 290 دولار
إجمالي المستوى A			1050 – 2270 دولار

يقع هذا النطاق ضمن تقدير المرحلة الأولى في الوثيقة الرئيسية (وهو أكثر تحفظًا منه)، ويعكس أسعار قوائم مؤكَّدة من الموردين بدلًا من أرقام تخطيطية مقرَّبة.

6. قائمة المواد والتكلفة — المستوى B (تركيب كامل في الموقع، تجربة بمقياس كيلوواط)

يرفع المستوى B مجموعة مكونات المستوى A إلى أجهزة بفئة كيلوواط، ويضيف تكاليف الأعمال المدنية والكهربائية والتصاريح لتركيب واحد في ممر مطعم سيارات أو منطقة وقوف مكافئة. أُسقطت أرقام الأجهزة من أسعار وحدات المستوى A إضافة إلى بيانات مرجعية من أنظمة تجارية مماثلة (مثل WiTricity Halo، نظام شحن لاسلكي للسيارات الكهربائية بعد البيع بقدرة 11 كيلوواط، سعره نحو 3500 دولار أمريكي للوحدة مع 3500–4000 دولار أمريكي لتركيب احترافي، ومُصنَّع في الولايات المتحدة). لا توجد بعد أجهزة ChargeFlow الخاصة بمقياس كيلوواط ولم تُعرض بعد لعرض سعر من أي مصنّع — وهذا إسقاط هندسي وليس سعر شراء.

الفئة	الوصف	المورّد / مسار التوريد	بلد المنشأ	التكلفة التقديرية (دولار كندي)
مجموعة أجهزة الشحن	زوج ملفات إرسال + استقبال، عاكس، مقوّم، تيار مستمر/مستمر، بمقياس عدة كيلوواط	مصنّعة حسب الطلب من مكونات Patlon وDigi-Key Canada وGaN Systems (انظر موردي المستوى A، بعد الرفع)	كندا (تجميع) / واردات مختلطة (انظر المستوى A)	4000 – 7500 دولار
غلاف خزانة التحكم بمعيار CSA/NEMA	خزانة مناسبة للاستخدام الخارجي للعاكس والمقوّم وعناصر التحكم	EM Dynamics (تورنتو، أونتاريو) أو Hammond Manufacturing (غويلف، أونتاريو)	كندا	1200 – 2500 دولار
نظام كشف الأجسام الغريبة / المحاذاة	مصفوفة مستشعرات + منطق تحكم (ضمن نطاق المرحلتين 2/3)	مُدمج أنظمة محلي (أوتاوا) باستخدام مكونات مستشعرات موزَّعة كنديًا	كندا (دمج) / مختلط (المكونات)	800 – 1800 دولار
الأعمال المدنية — الحفر والقنوات	الحفر، ومد قناة أرضية من المنطقة إلى الخزانة	مقاول مدني/كهربائي محلي في أوتاوا	كندا	1500 – 5000 دولار
قطع الرصف وترقيعه واستعادته	إزالة واستعادة الإسفلت/الخرسانة حول غلاف الملف المدمج	مقاول رصف محلي في أوتاوا	كندا	1000 – 3000 دولار
أعمال الخدمة الكهربائية واللوحة	توصيل لوحة الخدمة، القاطع، الأسلاك، عمالة مرخّصة من ESA	مقاول كهربائي محلي في أوتاوا مرخّص من ESA	كندا	2000 – 6000 دولار
التصاريح والتفتيش	تصريح كهربائي بلدي، رسوم تفتيش ESA، مخططات مختومة إذا لزم الأمر	مدينة أوتاوا / هيئة السلامة الكهربائية	كندا	1000 – 3000 دولار
تركيب لاحق لمستقبل جانب المركبة (المركبة التجريبية)	تركيب المستقبل أسفل الهيكل على مركبة تجريبية واحدة	داخليًا / ورشة كهرباء سيارات محلية	كندا (العمالة) / مختلط (المكونات)	1500 – 3000 دولار
احتياطي طوارئ (15٪)	—	—	—	1950 – 4770 دولار
إجمالي المستوى B (موقع واحد)				14950 – 36570 دولار

مقارنة مرجعية

للمقارنة، يبلغ سعر نظام تجاري مماثل للشحن اللاسلكي للسيارات الكهربائية بوحدة واحدة (WiTricity Halo، بقدرة 11 كيلوواط) نحو 4800–5500 دولار كندي للأجهزة إضافة إلى 4800–5500 دولار كندي للتركيب الاحترافي لوحدة منزلية/تجارية خفيفة

واحدة — وهو ما يتوافق عمومًا مع النصف الأدنى من تقدير الأجهزة والكهرباء في المستوى B أعلاه، قبل احتساب الأعمال المدنية الإضافية التي تضيفها ChargeFlow لممر متعدد المناطق.

7. دليل الموردين

7.1 الموردون الكنديون (التوريد المفضّل)

المورّد	الموقع	يورّد	ملاحظات
Patlon	تورنتو، أونتاريو	سلك ليتز وحلول لفّ متخصصة	موزّع كندي شريك لشركة New England Wire Technologies (تصنيع أمريكي)
GaN Systems (إنفينيون)	أوتاوا، أونتاريو (كاناتا)	ترانزستورات قدرة GaN للعواكس عالية التردد	تأسست ومقرها في أوتاوا؛ ظل مركز الهندسة والتصميم محليًا بعد استحواذ إنفينيون عام 2023
Digi-Key Canada	توزيع في جميع أنحاء كندا (المقر في الولايات المتحدة)	أنوية فيرايت، أشباه موصلات، وحدات تيار مستمر/مستمر، متحكمات دقيقة، مستشعرات	موزّع واسع النطاق؛ شحن مجاني إلى كندا للطلبات فوق 100 دولار كندي؛ معظم القطع مصنَّعة في الخارج (اليابان، الولايات المتحدة، ألمانيا) وتُوزَّع عبر واجهة كندية
Mouser Electronics Canada	توزيع في جميع أنحاء كندا (المقر في الولايات المتحدة)	مصدر بديل لأشباه الموصلات والفيرايت والمكونات السلبية	نفس ملف التوريد الخاص بـ Digi-Key
EM Dynamics	تورنتو، أونتاريو	أغلفة NEMA مخصصة معتمدة من CSA/UL، بخبرة في صناعة شحن السيارات الكهربائية	تصميم وتصنيع كنديان بنسبة 100٪
Hammond Manufacturing	غويلف، أونتاريو	أغلفة قياسية ومخصصة معتمدة وفق NEMA/CSA/UL	تصنيع كندي بنسبة 100٪؛ أكثر من 2000 طراز غلاف معتمد من UL/CSA
مقاول كهربائي محلي مرخّص من ESA	أوتاوا، أونتاريو	أعمال لوحة الخدمة، الأسلاك، تنسيق التصاريح	يُختار عبر طلب عروض أسعار محلي؛ مطلوب لأي تركيب متصل بالشبكة في أونتاريو
مقاول رصف/أعمال مدنية محلي	أوتاوا، أونتاريو	الحفر، القنوات، قطع الرصف واستعادته	يُختار عبر طلب عروض أسعار محلي

7.2 الموردون الدوليون (لا يوجد مصدر كندي مناسب)

المكوّن	المورّد الممثّل	البلد	سبب التوريد الدولي
المادة الخام لنواة الفيرايت	TDK / EPCOS، Ferroxcube	اليابان، هولندا	لا يوجد مصنّع كندي لأنوية الفيرايت بالمواصفة المطلوبة؛ يُوَرَّد عبر موزّع كندي (Digi-Key/Mouser)
التصنيع الخام لسلك ليتز	New England Wire Technologies	الولايات المتحدة	مصنَّع في الولايات المتحدة؛ يصل إلى كندا عبر شراكة التوزيع الخاصة بـ Patlon في تورنتو
أجهزة قدرة SiC (بديل مرحلة التقويم)	onsemi، ROHM	الولايات المتحدة، اليابان	لا يوجد مصنع كندي لأجهزة SiC؛ يُوَرَّد عبر موزّعين يخدمون السوق الكندية
وحدات محوّل التيار المستمر/المستمر	Vicor، Murata	الولايات المتحدة، اليابان	وحدات جاهزة دون مكافئ مباشر من تصنيع كندي في فئة القدرة هذه
أجهزة مرجعية تجارية للمقارنة	WiTricity Halo	الولايات المتحدة	ذُكرت لأغراض مقارنة التكلفة فقط — وليست موردًا لـ ChargeFlow

ملخص التوريد: يمكن توريد لفّ الملفات، والأغلفة، والأعمال المدنية، والعمالة الكهربائية، ودمج/تجميع النظام كلها من داخل كندا — وتمثّل الغالبية من حيث القيمة الدولارية للمستوى B. أما المدخلات المستوردة الرئيسية فهي المادة الخام للفيرايت وأجهزة أشباه موصلات محددة، وكلاهما يصل إلى ChargeFlow عبر موزّعين مقرّهم كندا (Digi-Key Canada، و Mouser Canada، و Patlon) بدلًا من الشراء الدولي المباشر.

8. أساس التقدير وإخلاء المسؤولية

- استُمدت تكاليف المستوى A من أسعار القوائم الحالية (سبتمبر 2026) لدى الموزّعين المذكورين للمكونات بالكميات المخبرية المحددة.
- أُسقطت تكاليف أجهزة المستوى B برفع أسعار مكونات المستوى A إلى كميات بفئة كيلوواط ومقارنتها بمرجع تجاري متاح للعموم (WiTricity Halo)؛ ولم تبنِ ChargeFlow بعد أجهزة بمقياس كيلوواط ولم تتلقَّ عرض سعر تصنيع لها.
- استُمدت تكاليف الأعمال المدنية والكهربائية والتصاريح للمستوى B من نطاقات تكلفة منشورة لتركيب بنية شحن السيارات الكهربائية في كندا (سكنية وتجارية)، وليس من عرض سعر خاص بموقع محدد.
- ينبغي التعامل مع جميع الأرقام باعتبارها تقديرات بمستوى التخطيط مناسبة لطلب التمويل والموازنة الداخلية — وليست أساسًا لعقد بسعر ثابت. يُوصى بالحصول على عروض أسعار رسمية من كل مورّد مذكور قبل الالتزام برأس المال.

ينبغي تحديث هذه الوثيقة بمجرد أن تُنتج اختبارات المستوى A بيانات فعلية عن الكفاءة والحرارة، ومرة أخرى بمجرد تأمين موقع تجريبي محدد وعروض أسعار من المقاولين للمستوى B.