

TAM GPC ÇÖZÜM SETİ · İLK ŞARJ / PACK DEVREYE ALMA

İLK ŞARJ ÜNİTELERİ

Pack üreticileri · OEM montaj hatları · Modül devreye alma · BESS entegratörleri

Hücreler oluşumdan ~%30 SoC ile çıkar — IATA hava taşıma limiti ve depolama kimyası bunu belirler. Hücreler modül ve pack'lere monte edildikten sonraki ilk tam şarj (~%30 → %100) — "pack devreye alma" — elektrokimyasal olarak ayrı bir olaydır: SEI oluşumdan beri ilk kez üst gerilim bölgesine girer, BMS hücrelerle ilk kez etkileşir ve pack daha ilk hücreden itibaren elektriksel olarak homojen değildir. Geleneksel CC/CV ilk şarjı sıradan bir çevrim gibi ele alır — bedelini eşitsiz SOC, yerel termal stres ve özenle kurulan oluşum arayüzünü riske atarak öder. GPC ilk şarjı örüntüyü kontrol değişkeni yapar: tek akım profili, dört pack düzeyi hedef.

■ TEK EKOSİSTEM — KİMYADAN DEVREYE ALMA İSTASYONUNA

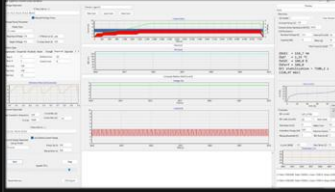
1 · SENTEZLE



GP ChemPat

İlk şarj GPC örüntü
türetimi → .gpchem /
1024 nokta LUT

2 · SİMÜLE ET



GP Sim — First Charge

Tam pack devreye alma
simülasyonu —
hücreler, baralar,
BMS, termal

3 · DOĞRULA



GP Lab R&D

4 kanal modül
doğrulama + tam veri
kaydı, kendi
lab'ınızda

4 · KONUŞLANDIR



GP Module

Doğrulanmış örüntü
lisanslı firmware'de,
güç kaynağı başına

■ PACK İLK ŞARJ DİNAMİKLERİ — CC/CV'NİN GÖRMEZDEN GELDİKLERİ

SEI GEÇİŞ DURUMU

Oluşum ~%30 SoC'de biter; SEI'nin %60 üzerindeki bölgede bölgede neredeyse hiç geçmişi yoktur. İlk şarj onu 'elektrolit 'elektrolit bozunma eşiğine yakın' üst gerilim bölgesine bölgesine oluşumdan beri ilk kez sokar. Akımın zamansal yapısı, zamansal yapısı, bu geçişin kontrollü mü kontrolsüz mü olacağına karar verir.

PACK İÇİ AKIM ASİMETRİSİ

$R_{toplam} = R_{hücre} + R_{bar} + R_{kontak}$ her hücrede farklıdır; farklıdır; paralel gruplarda düşük dirençli hücreler sistematik sistematik olarak daha fazla akım çeker. GPC'nin düşük akım akım aralıkları, asimetrisinin şarj boyunca birikmesine izin vermek vermek yerine onu söndürür.

TERMAL ASİMETRİ — ARRHENIUS DÖNGÜSÜ

$k(T) = k_0 \cdot \exp(-E_a/RT)$: sıcak hücreler daha hızlı tepkir, SOC yayılımı genişler, bu da onları daha çok ısıtır. CC/CV altında bu pozitif geri besleme kontrolsüz çalışır; GPC'nin termal eşitleme pencereleri döngüyü kırar.

İLK BMS ETKİLEŞİMİ

İlk şarj, BMS'in hücreleri ilk kez aktif dengelediği andır. GPC'nin GPC'nin periyodik düşük akım aralıkları, dengeleme devresinin devresinin optimal çalışma koşullarıyla doğal olarak örtüşür; örtüşür; dengeleme, polarizasyon gevşemesi ve termal eşitleme eşitleme aynı pencerelerde gerçekleşir.

Tek örüntü, dört pack düzeyi hedef: $J = w1 \cdot \Delta SOC + w2 \cdot \eta_{RMS} + w3 \cdot \Delta T + w4 \cdot E_{kayıp}$. GPC ilk şarjı SOC eşitleme, polarizasyon, termal polarizasyon, termal homojenlik ve enerji kaybını eşzamanlı optimize eder — ve BMS'le savaşmak yerine onunla işbirliği yapar. Tipik işbirliği yapar. Tipik hızlar $C/10 - C/3 \cdot \leq 100$ kVA tek kaynak · >100 kVA Çift Güç Kaynağı (DPS).

GP CHEMPAT

KİMYA DOĞALI ÖRÜNTÜ TASARIMCISI · İLK ŞARJ DOMAIN'I

Şablon kütüphanesi değil — bir üretme motoru. GP ChemPat kendi başına bilimsel bir yazılımdır: First Charge'ın yerleşik bir domain olduğu, 17 domain'i kapsayan evrensel bir elektrokimyasal örüntü sentez platformu. Hücre parametrelerinizi, pack topoloji kısıtlarınızı ve termal yanıtınızı girin — ChemPat tam o pack için minimum stresli devreye alma örüntüsünü üretir.

20+

ANA DOMAIN

95+

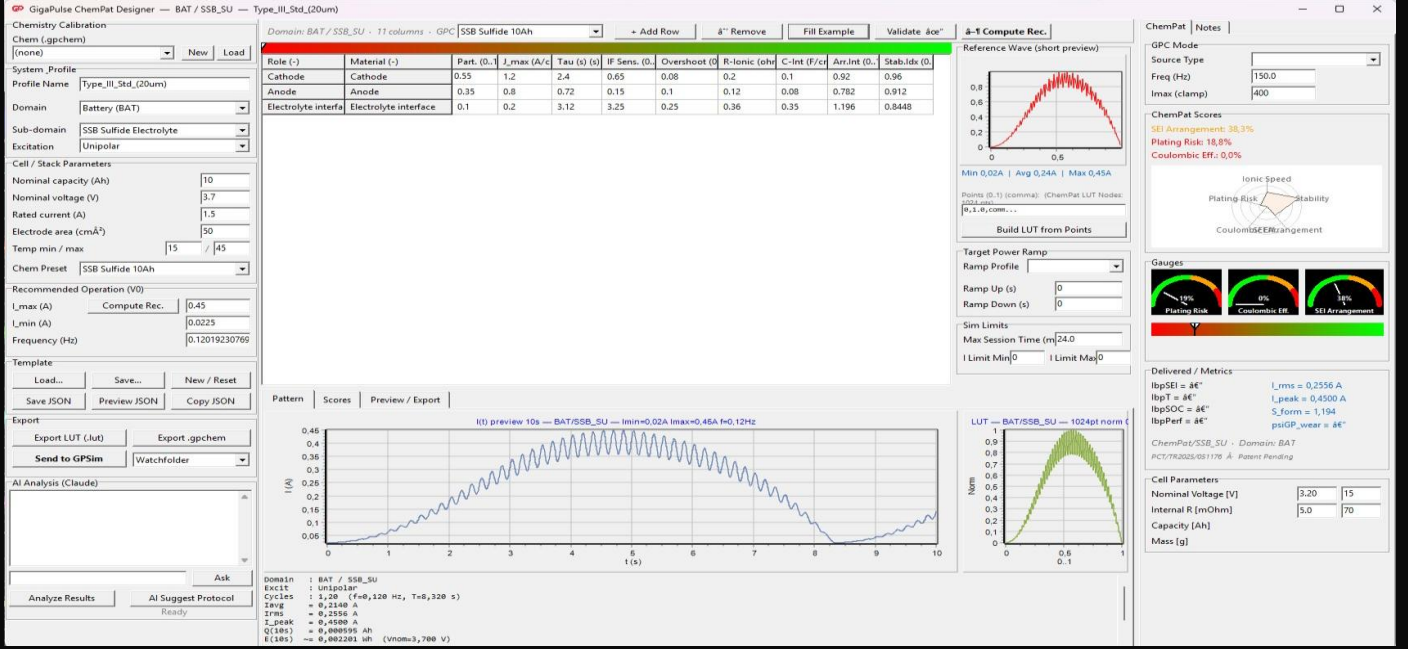
SUBDOMAIN PRESET

101+

KİMYA PRESETİ

1024,...

NOKTALI GPC LUT



İÇİNDEKİ BİLİM

Fizik tabanlı dalga formu sentezi

Her kimyanın elektrokimyasal parmak izi farklıdır: LFP düz plato, düz plato, LTO kare, NMC811 harmonik sönümlü sigmoid, katı sigmoid, katı hal ultra yavaş S-eğrisi. LUT her kimyaya özgü özgü hesaplanır — asla generik Gaussian değil.

Jensen eşitsizliği prensibi

Doğrusal olmayan elektrokimyasal sistemlerde $f(I_{ort}) \neq (1/T) \int f(I(t)) dt$. GPC bu farkı kullanır: aynı ortalama akımda — akımda — aynı devreye alma veriminde — yalnızca örüntü şekli örüntü şekli daha iyi denge ve daha düşük stres sağlar.

Yerleşik 19 batarya kimyası

Solid Power (Si EV, Li-Metal, Conversion) ve Maxwell kuru kuru elektrot presetleri dahil: LFP · NMC811 · NMC622 · NMC532 · NMC532 · NCA · LCO · LTO · LMO · Na-ion · Li-Metal · SSB Oxide · SSB Oxide · SSB Sulfide · LMR · LNMO · LFMP · High-Si · Graphite Graphite

Aynı kütüphane, farklı hedef

Oluşumda örüntünün birincil hedefi SEI kontrolüdür. İlk şarjda ise pack düzeyinde dengeleme ve stres dağılımdır — dağılımdır — $S_{charge} = (I_{RMS}/I_{ref})^\alpha \times f_T \times f_{mode} \times f_{slew}$. Aynı üretme motoru farklı bir optimizasyon optimizasyon hedefine hizmet eder

$$J = w1 \cdot \Delta SOC + w2 \cdot \eta_{RMS} + w3 \cdot \Delta T + w4 \cdot E_{kayıp}$$

Dört hedefli maliyet fonksiyonu: SOC eşitleme hatası, ortalama polarizasyon, termal gradyan ve I²R enerji kaybı — tek bir pack akım profili $I_{pack}(t)$ ile minimize edilir.

ENTEĞRE AI — HER ÜRÜNDE

AI ANALYZE — protokol değerlendirme

Mevcut parametre setini analiz eder, skorları yorumlar, fizik temelli uyarılar verir (üst gerilim SEI stresi, termal kaçış marjları, dengeleme penceresi aralığı...) ve somut iyileştirmeler önerir.

AI SUGGEST PROTOCOL — tam grid önerisi

Kimya, pack boyutu ve hücre parametrelerinden tam protokol grid'ini üretir — her satır, I_{min} / I_{max} / f değerleri — ve grid'e yazar. Tek tıkla fizik tabanlı başlangıç noktası.

AI ASK — serbest domain soruları

"Pack'imın SOC yayılımı %80 SoC üzerinde neden genişliyor?" — aracın içinde, domain fizik bilgisiyle yanıtlanır. Devreye alma mühendisleri, oluşum düzeyinde deneyim olmadan oluşum düzeyinde içgörü kazanır.

İŞ AKIŞI

First Charge domain'ini seç → Kimya & pack parametrelerini gir → Compute Recommendation → GPC örüntüsünü önizle → AI analizi ve iyileştirme → GP Sim'e aktar

DIŞA AKTARIM & ENTEGRASYON

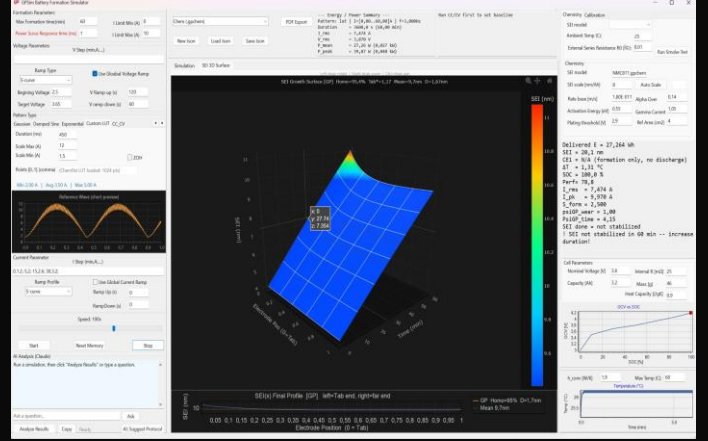
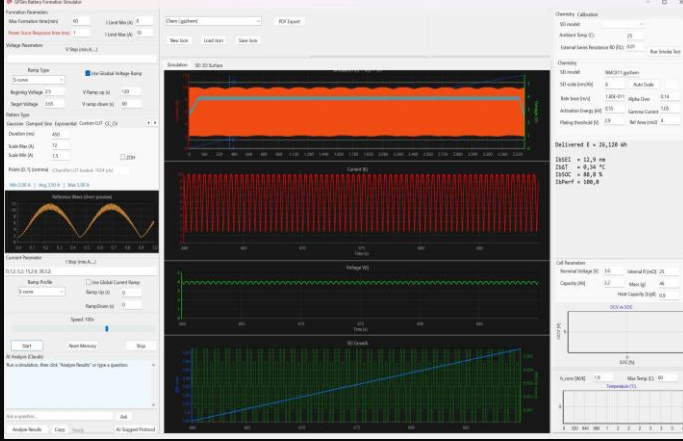
GP Sim — First Charge'a doğrudan aktarım: tüm fizik parametreleri, pack modeli, termal blok ve hücre limitleri tek dosyada.

.gpjson — GP Sim örüntüsü · .gpchem — ChemPat şablonu · .lut — ikili LUT · .csv — tablo · .pdf — ChemPat raporu

GP SİM — FIRST CHARGE

PACK DEVREYE ALMA SİMÜLATÖRÜ · PACK MODELİ, HÜCRE MODELİ × N DEĞİL

GP Sim — First Charge, tam ~%30 → %100 devreye alma şarjını pack düzeyinde simüle eder: dağıtılmış direnç ve kapasite varyasyonlu varyasyonlu hücreler, bara ve kontak dirençleri, komşular arası termal bağlaşımlar ve BMS dengeleme devresi — her elektrik formuyla, formuyla, geleneksel CC/CV kıyaslama referansı olarak yerleşik. İlk gerçek pack istasyona gelmeden, pack'i ekranda devreye alın.



■ PACK MOTORU

Tam pack elektriksel & termal model

Hücre başına eşdeğer devre modeli, SOC dinamiği ve durum-durum-uzay formülasyonu; yol başına $R_{\text{toplam}} = R_{\text{hücre}} + R_{\text{hücre}} + R_{\text{bara}} + R_{\text{kontak}}$; komşu bağlaşımlı termal denge $C_{\text{th}} \cdot dT/dt = I^2 R - hA(T - T_{\text{soğutma}})$. Çarpanlı tek hücre tek hücre simülâtörü değil — bir pack.

SOC yayılımı, canlı izlenir

Tüm şarj boyunca hücre başına SOC yörüngeleri. Model senaryosunda GPC, SOC yayılımını CC/CV'ye göre %54 azaltır — azaltır — ve daralan şarj sonu gerilim dağılımı, en yüksek hücre hücre V_{max} 'a ulaşmadan daha fazla hücrenin hedef SoC'ye SoC'ye varması demektir.

DPS — >100 kVA için çift kaynak

$I_{\text{pack}} = I_{\text{ana}} + I_{\text{kontrol}}$: ana kaynak SOC'yi iletir, kontrol kontrol kaynağı polarizasyonu düzenler. Model sonuçları: polarizasyon tepe-tepe ~%49, tepe $I^2 R$ kaybı kaybı ~%24, ortalama enerji kaybı ~%14. Üstelik 2×100 kVA, tek kVA, tek 200 kVA ünitelerden ucuzdur.

Kimya duyarlılığı, yerleşik

Devreye alma şarjı boyunca 7 kimya için kapasite ve direnç direnç kayması — NMC532/622/811, NCA, LFP, LNMO, LTO — LTO — 25°C ve 40°C'de. LTO ultra kararlı, NCA termal dikkat dikkat işaretli.

AI PROTOKOL TASARIMCISI

Kimyaya ve pack topolojisine en uygun örüntüyü seçer; I_{min} , I_{max} , dengeleme penceresi aralığını önerir; devreye alma süresini tahmin eder; kritik uyarılar verir (sıcak hücre riski, erken V_{max} kesimi, BMS çatışması) — ve gerekeceği belirtir: neden bu örüntü, bu pencere yapısı, bu akım bandı.

GP Sim ilk şarjı, montajın sonundaki bir onay kutusundan çıkarır; ölçülen, dengelenen bir devreye alma adımına dönüştürür. Yeni dönüştürür. Yeni pack tasarımı mı? Topolojiyi yükleyin. Yeni kimya mı? Tek .gpchem dosyası. Garanti ihtilafı mı? Pack başına devreye başına devreye alma kaydı arşivde.

■ HER KOŞU, TAM ÖLÇÜLÜ

PACK DENGESİ

ΔSOC yayılımı — canlı, hücre başına
Şarj sonu ΔV dağılımı
Hücre başına SOC yörüngeleri
Yol başına R (hücre+bara+kontak)

TERMAL

Pack genelinde ΔT gradyanı
Sıcak hücre tespiti
Arrhenius bağlaşımlı tepkime hızları
Soğutma limiti uyarıları

VERİM & STRES

$\eta = E_{\text{depolanan}} / E_{\text{giriş}}$
 $I^2 R$ kaybı — ortalama & tepe
Polarizasyon η_{RMS}
 S_{charge} stres endeksi

■ RAPORLAMA & DOSYALAR

Tek tık PDF raporu

Her metrik, her hücre izlemesi ve AI analizi; ekibinizin pack pack başına arşivleyebileceği tek devreye alma dokümanında. dokümanında. Dosya sistemi: .gpsim · .gppat · .gpchem · .gpical · .gpical · PDF / CSV

GP LAB R&D

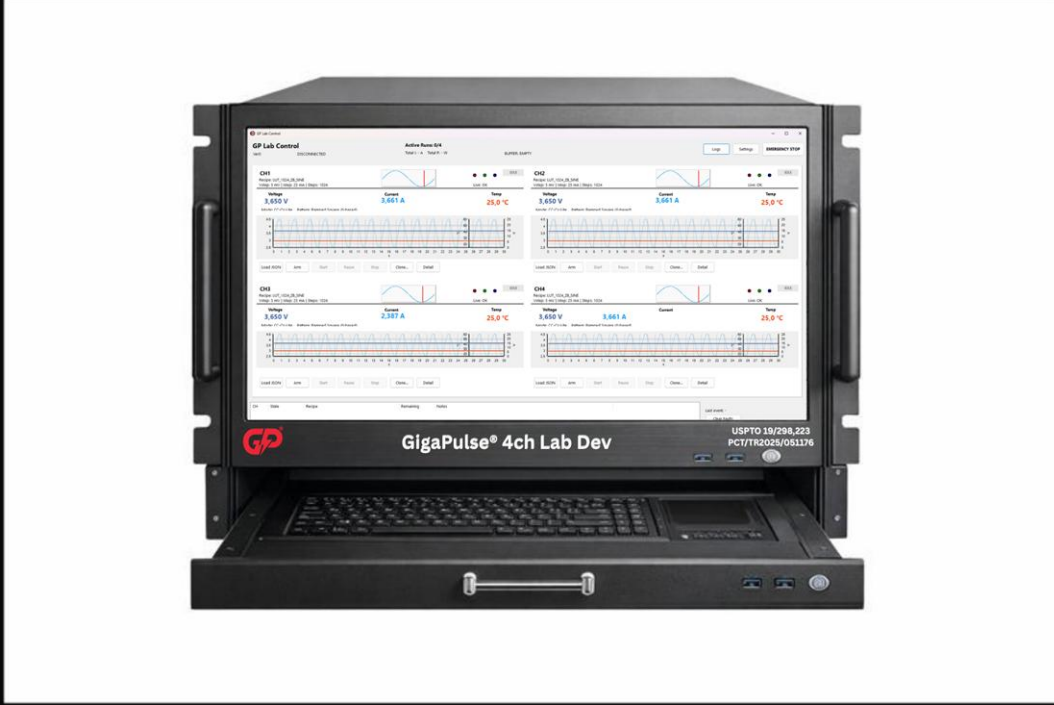
4 KANALLI UYARLANABİLİR GPC KONTROL PLATFORMU · TEST & VERİ KAYIT CİHAZI

KONTROL

Herhangi bir standart güç kaynağını senkronize, yüksek hassasiyetli uyarlanabilir GPC kontrol sistemine dönüştürür — dönüştürür — donanım değişikliği yok. Dört bağımsız kanal, tam kanal, tam örüntü kütüphanesi, gerçek zamanlı dalga formu formu üretimi ve davranış analizi. GP Sim — First Charge çıktılarının modül ölçeğinde fiziksel doğrulama platformu.

KAYDET & RAPORLA

GP Lab bir GPC uygulama aracından çok daha fazlasıdır. Hassas Hassas bir ölçüm ve veri kayıt cihazıdır. Tüm koşu boyunca akım boyunca akım ve gerilimi milisaniye altı çözünürlükte örnekler ve örnekler ve ham veri akışından tüm tabloyu türetir — kapasite kapasite (C), iç direnç, şarj verimi, termal yanıt — eksiksiz bir rapor olarak sunulur. CC/CV koşulları dahil; tam CSV dışı dışı aktarımı.



■ UYARLANABİLİR KONTROL MOTORU

Gerçek zamanlı I/V/T ölçümü
Dinamik empedans (Rdyn)
Kapasite & şarj verimi
Termal yanıt analizi
dV/dt · dI/dt takibi
Akım ofset adaptasyonu

Frekans & görev döngüsü
Dengeleme penceresi
zamanlama
A/B kanal
karşılaştırması
FIFO deterministik
zamanlama
JSON reçete yükleme
24V endüstriyel I/O · rack

ÖLÇÜLEN

Akım (0-10V)
Gerilim (0-10V)
Sıcaklık (harici sensör)
8× dijital giriş

KONTROL EDİLEN

I_CTRL dalga formu
çıkışı
V_OUT limit sinyali
8× dijital çıkış
4 kanal senkronizasyonu

KENDİ LAB'INIZDA DOĞRULAYIN — ŞİMDİ

GPC devreye alma örüntüleri sizin kimyanızdan ve pack topolojinizden türetilir — dolayısıyla önemli olan tek doğrulama, doğrulama, kendi modüllerinizde yaptığınızdır. 4 kanallı bir GP Lab bir GP Lab ünitesi ve temsili bir modül gereken her şeydir: tam tam örüntü kütüphanesi, kanal başına canlı I/V/T, her hücre tipi hücre tipi için .gpchem desteği, A/B kanallarda yan yana CC/CV. CC/CV. Bizim sözümüze güvenmeyin — kendi pack'inizde, kendi pack'inizde, kendi tezgâhınızda, kendi verinizle ölçün. Paper IV beş Paper IV beş ölçümü tanımlar:

ΔV yayılımı

şarj sonu gerilim dağılımı

ΔSOC yayılımı

hücre başına, tam şarj

ΔT gradyanı

modül / pack genelinde

η verim

E_depolaran / E_giriş

DCIR kontrolü

DC iç direnç tutarlılığı

Önce modül, sonra pack

4 kanallı GP Lab ünitesi, küçük modül konfigürasyonlarının referans platformudur — devreye alma örüntüsünü temsili bir modül temsili bir modül dizisinde doğrulayın, paralel kanallarda CC/CV ile A/B karşılaştırın. Tam pack doğrulaması, aynı örüntü hiç örüntü hiç değişmeden GP Core'a (8-40 kanal) ölçeklenir.

Kimyanız · veriniz · fikri mülkiyetiniz

Tüm GP yazılımı yerel çalışır — hiçbir şey tesisinizi terk etmez. Devreye alma protokolünüz pack tasarımınız kadar tescillidir; yalnızca tescillidir; yalnızca AI özellikleri internete dokunur.

LABARATUVARINIZDAN MONTAJ HATTINA

TAM UFUK — İLK ŞARJ KİTİNİN AÇTIĞI YOL

GP Lab kiti bir laboratuvar cihazı alımı değildir — bir devreye alma yörüngesinin giriş noktasıdır. Tek modülde doğruladığınız örüntü, hiç değişmeden, hattınızdaki her pack'i devreye alacak örüntüdür. İşte o yatırımın tam olarak nereye çıktığı.

■ ÖLÇEKLENME YOLU — TEK ÖRÜNTÜ, ÜÇ AŞAMA

BUGÜN — DOĞRULA

GP LAB R&D

Tezgâhınızda 4 kanal. Devreye alma örüntüsünü temsili bir modülde doğrulayın, CC/CV ile A/B karşılaştırın, karşılaştırın, hücre başına tam ölçüm kaydı alın.

SONRA — TAM PACK

GP CORE

8 → 40 kanala ölçeklenen endüstriyel endüstriyel kabin. Tam pack doğrulama, doğrulama, pilot devreye alma hatları, hatları, sertifikasyon programları — aynı aynı örüntü, daha çok kanal.

ARDINDAN — ÖRET

GP MODÜL FİLOSU

Her devreye alma istasyonunda güç kaynağı başına bir modül. Doğrulanmış Doğrulanmış örüntüleriniz lisanslı firmware'de — montaj hattı ölçeğinde. ölçeğinde.

■ GP MODULE — SAHA YÜRÜTME KATMANI

"Örüntüden Güce — Elektrokimyasal Sistemler için Deterministik Kontrol."

Bağımsız ve deterministik: Örüntü Deposu → Oynatma Motoru Motoru → Geri Bildirim İşleme → Kontrol Katmanı Katmanı → I/O. Örüntü donanım düzeyinde yürütülür — PC bağımlılığı bağımlılığı yok, OS titremesi titremesi yok. DIN-ray montaj, lisanslı firmware, güç kaynağı başına bir düğüm. Gerçek zamanlı I/V/T geri bildirimi, kapalı kapalı döngü optimizasyon, optimizasyon, Rdyn, I_ref modülasyonu, termal korelasyon.



Kutu sayısı değil, Ethernet kontrollü bir filo

Örüntüler her devreye alma istasyonuna ağ üzerinden yüklenir. GP Module Writer lisanslama geçididir: konuşlandırılan her örüntü buradan geçer — simülasyondan istasyona izlenebilir, denetlenebilir bir IP zinciri. GP Module Control sahayı yönetir: çok istasyonlu senkronizasyon, düğüm başına izleme, örüntü dağıtımı ve hat düzeyinde analitik panosu.

Tek indirme, anında geçiş

Yeni pack varyantı mı? Yeni hücre tedarikçisi mi? GP Modüllere Modüllere tek bir indirme tüm devreye alma istasyonlarını istasyonlarını anında geçirir — hat yeniden kurulumu yok, yok, yeniden mühendislik yok, donanım tarafında yeniden yeniden kalifikasyon yok. Ürün geçişi bir proje değil, bir ağ olayı ağ olayı haline gelir.

Hepsi 4 kanallık bir kit ve tek modülle başlar

GP Lab kiti bu yörüngeye atılabilecek en küçük adımdır — ve hat taahhüdü gerektirmeyen tek adım. Önce doğrulayın. Kendi veriniz doğrulayın. Kendi veriniz "evet" dediğinde ölçeklenin.

■ ÖLÇEKTE KAZANÇ

DEVREYE ALMA HATTI ETKİSİ

MODEL TÜREVLİ SENARYO

SOC yayılımı
~%54
CC/CV'ye
karşı, tam
~%30-~%100 şarj
boyunca

Polarizasyon
~%49
tepe-tepe,
>100 kVA
pack'lerde DPS

I²R kaybı ↓
tepe ~%24 ·
ortalama ~%14
(DPS)

ΔV daraldı
V_{max}
kesiminden
önce daha çok
hücre hedef
SoC'de

BMS işbirliği
dengeleme
pencereleri
örüntünün
içinde

Ürün geçişi ≈0
pack varyantı
başına tek
Ethernet
indirmesi

Senaryo bazlı simülasyon sonuçları (Paper IV). Bu sayılara giden yol GP Lab doğrulamasından geçer — önce kendi modüllerinizde ölçün.



Kazanmış olacaksınız

Her pack hattın eşitlenmiş SOC ve daralmış şarj sonu gerilim gerilim dağılımıyla çıkar — doğrudan küçülen bir garanti riski riski kuyruğu. Her istasyondan pack başına devreye alma kaydı. kaydı. Pack varyantlarınızı izleyen bir örüntü kütüphanesi. Ve kütüphanesi. Ve ekibinizin onay kutusu olarak geçtiği değil — değil — ölçtüğü ve sahip olduğu bir ilk şarj adımı.

DOĞRULAMANIZI BAŞLATIN

Fizibilite raporu · lab kiti · NDA paketi

contact@gigapulse.energy