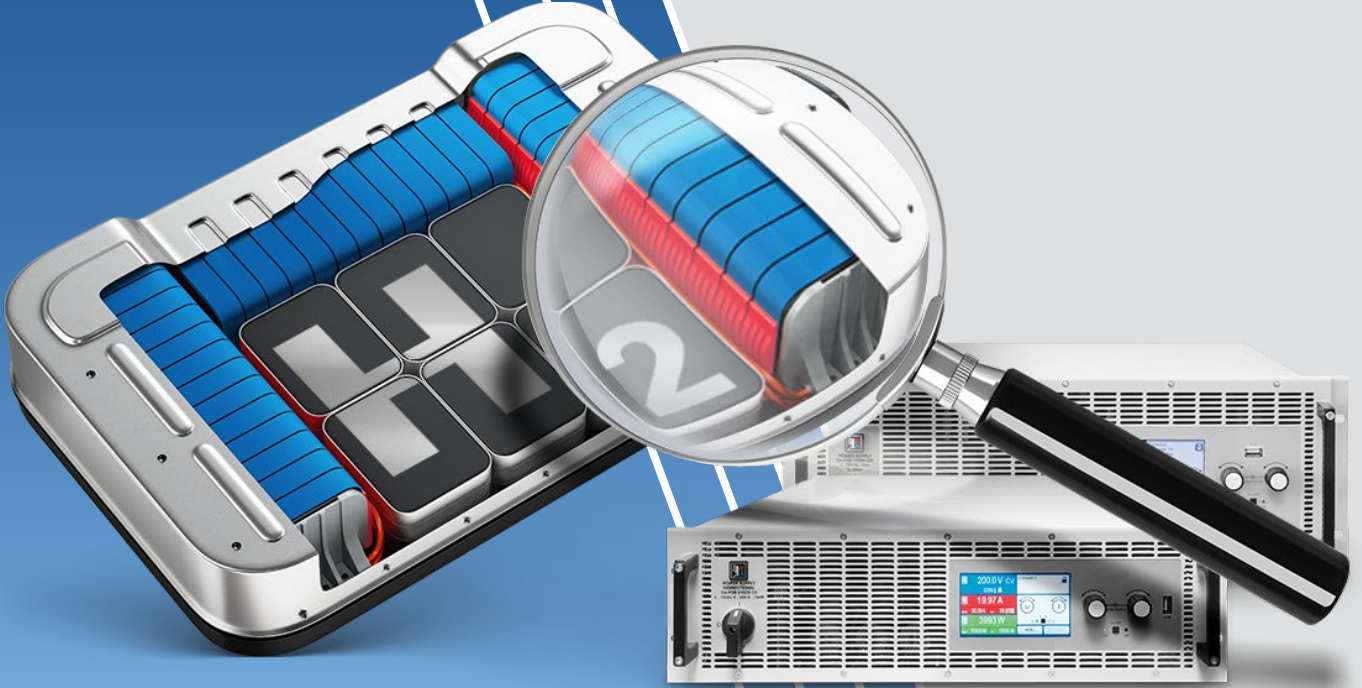




Elektro-Automatik



YAKIT HÜCRELERİNİ VERİMLİ VE KOLAY ŞEKİLDE TEST EDİN

İklim zararsız enerjideki gelişmelerin desteklenmesiyle



basitleştirilmiş



maliyet etkin



sürdürülebilir

Yakıt hücreleri*; malzeme taşıma araçlarında, teslimat araçlarında, uzun yol kamyonlarında ve yedek güç sistemleri olarak kullanımda uygulama bulmuştur. Hükûmet girişimleri, ekonomik teşvikler ve yeni uygulamalar, %30'u aşan bir pazar büyüme oranına yol açmaktadır.

Bir yakıt hücresi tek başına 2 V'nin altında bir güç üretmektedir; bu nedenle pratik yakıt hücreleri, çoklu hücrelerin grupları veya kümeleridir. Yakıt hücreleri araçlar için 125 kW'a kadar güç sağlayabilir. Yedek güç için kullanılan en büyük yakıt hücreleri 1,5 MW'lık bir kapasiteye sahip olabilir ve 900 V'ta çalışabilir. Yakıt hücresi teknolojisi geliştikçe, üreticiler daha yüksek güce ve daha yüksek gerilim değerlerine sahip yakıt hücresi kümeleri tasarlayacaktır.

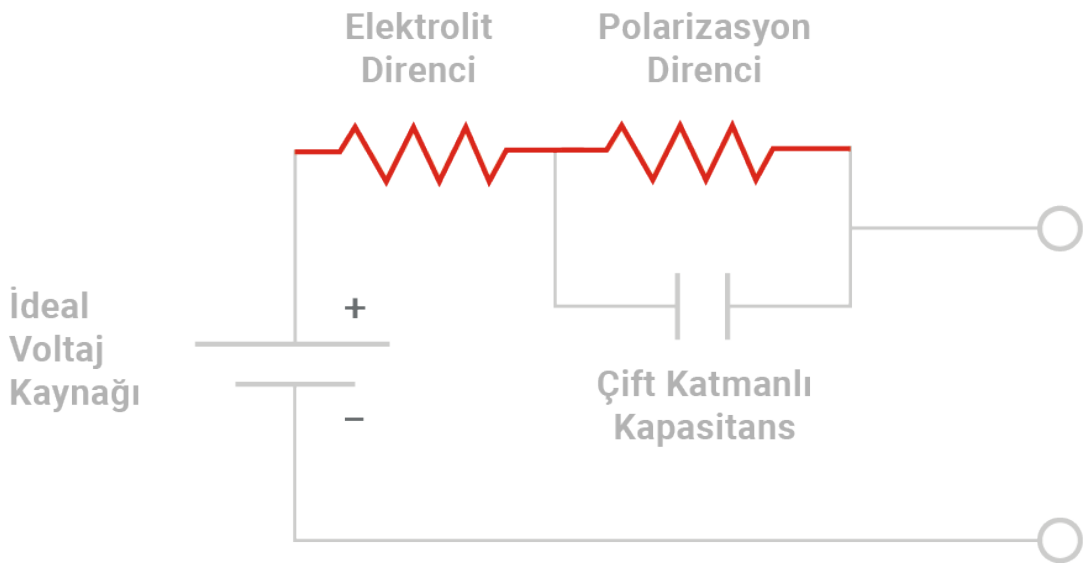
Böyle yüksek bir güç kapasitesiyle, yakıt hücresi kümelerinin minimum uygun verimliliğe sahip olmasını, güvenli olmasını ve gerekli çalışma ömrüne sahip olmasını sağlamak için bu kümelerin test edilmesi elzemdir. EA Elektro-Atomatik elektronik yükleri ve çift yönlü güç kaynakları, yakıt hücresi kümelerini test edecek yüksek giriş ve çıkış kapasitesine sahiptir. Elektronik yükler, 30 kW kapasiteli ve 2000 V voltaj çıkışlı modellerde mevcuttur. Mevcut kapasite 1000 A olabilir. Güç düzeyleri 1,92 MW'a kadar olan yakıt hücrelerinin test edilmesini sağlamak için 64'e kadar yük paralel hale getirilebilir. Gelen veya azalan güç için çift yönlü güç kaynaklarında aynı güç kullanım ve paralel cihaz kapasitesi bulunmaktadır.

Yakıt hücresi direncinin bir AC pertürbasyon tekniği kullanılarak ölçülmesi

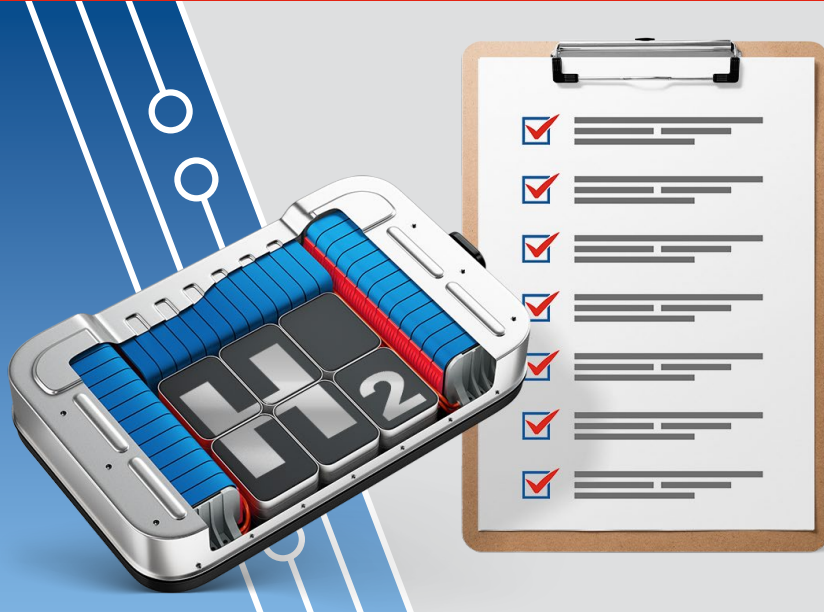
Şekil 2, bir yakıt hücresi için basitleştirilmiş bir devre modelini göstermektedir. Bir yakıt hücresinin en önemli parametresi, onun direnç gösteren bileşenidir. Yakıt hücresinin toplam direncine olan katkı sağlayan ana şey, elektrolit direncidir. Polarizasyon direnci, reaksiyon eşdeğer direncini modeller; çift katmanlı kapasitans ise anot-elektrolit-katot arayüzlerini modeller. Yakıt hücresinin toplam direnci ne kadar düşükse güç kaybı o kadar az, verimliliği o kadar yüksek olur. kW'tan MW'a geçişteki güç üretimiyle, aşırı yüksek bir toplam direnç, bir yakıt hücresi kümesinin nominal gücünü sunmasını engeller.

Yakıt hücresinin direncini ölçme konusundaki zorluğun sebebi, hücre voltaj kaynağının, devre modelinde belirtildiği gibi direnç gösteren bileşeninden ayrılamamasıdır. Yakıt hücresi direncinin ölçümü, geleneksel bir DC direnç ölçümü kullanmaktansa bir AC ölçümü veya yalancı bir AC ölçümü gerektirir. Her iki koşulda da, bir pertürbasyon, yük tarafından oluşturulan bir ΔI yakıt hücresi genelinde bir ΔV 'ye (ΔU) yol açar ve yakıt hücresi direnci, $R = \Delta V (\Delta U) / \Delta I$.

* "Yakıt hücresi" ve "yakıt hücresi kümesi" uygulama notunda birbirlerinin yerine kullanılacaktır.

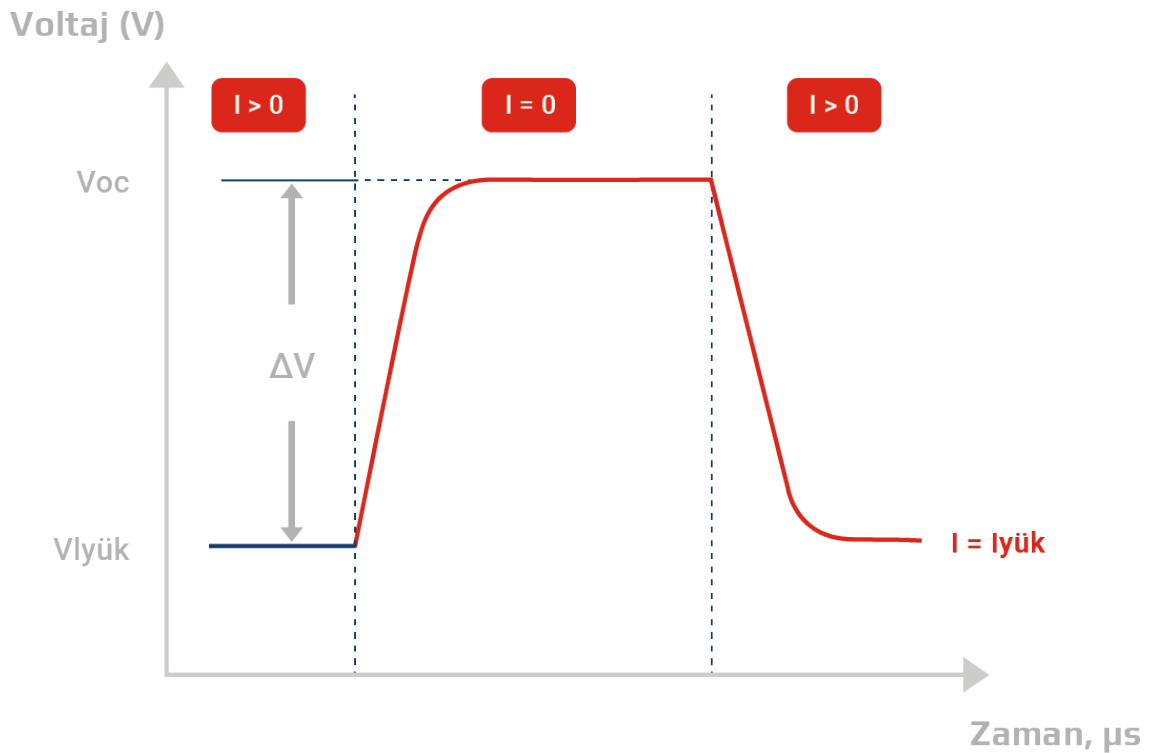


Şekil 2
Bir yakıt hücresinin basitleştirilmiş modeli



Yalancı AC ölçümü, akım kesme yöntemi olarak bilinmektedir. Adının da ifade ettiği gibi, bu yöntem, yük akımını yatışkın bir durum değerinden 0 A'ya anında değiştirerek bir ΔI yaratır. Yakıt hücresi voltajı, yük akımı ve yakıt hücresi direncinin ürünü tarafından indirgenen voltajdan kendi açık devre voltajına yükselir. Şekil 3, akımın anlık kesilmesinden kaynaklanan bir voltaj darbesi göstermektedir. Bu yöntem için sadece bir elektronik yük gerekmeyle birlikte bunun hücrede büyük bir perturbasyon yaratma dezavantajı bulunmaktadır. Şekil 3 çizim

için ideal bir voltaj göstermektedir, ancak kablo indüktansı $L \cdot di/dt$, akım geçerken voltaj darbesinin uçlarında geçici salınım yaratır. Bu da voltaj pikinin doğru şekilde ölçülmesini zorlaştırır. Yük ve test edilen yakıt hücresi arasındaki test kablolarının mümkün olduğunca kısa tutulması çınlama etkisini azaltabilir. Şekil 4, akım kesme testi için test kurulumunu göstermektedir. Bu yöntemin ikinci dezavantajı, yakıt hücresinin direncini %10 ila 20 oranında fazla tahmin etmesidir.



Şekil 3

Bir yük akım kesimine ideal bir yakıt hücresi yanıtı. Gerçek güçte, kabloların indüktansı nedeniyle voltaj darbesinin yükselen ucu ile alçalan ucunda osilasyon (çınlama) bulunur. Geçiş bir AC etkisidir, bu nedenle kablolar, yükün geçişi sırasında bir R-L-C iletim hattı görevi görür.

**NOT
1**

Yakıt hücresi çıkış voltajını daha doğru ölçmek ve kaynak hatlarındaki akıma bağlı voltaj düşüşü ölçümünü elimine etmek için 4 kablolu uzaktan algılama (Kelvin kablolama) kullanın. 2 kablolu sistem daha düşük bir voltaj ölçecektir.

**NOT
2**

Gürültünün algı hatlarına endüktif bağlantısını azaltmak için uzaktan algı kutuplarını bir araya getirerek onları kaynak kutuplarından ayırın.

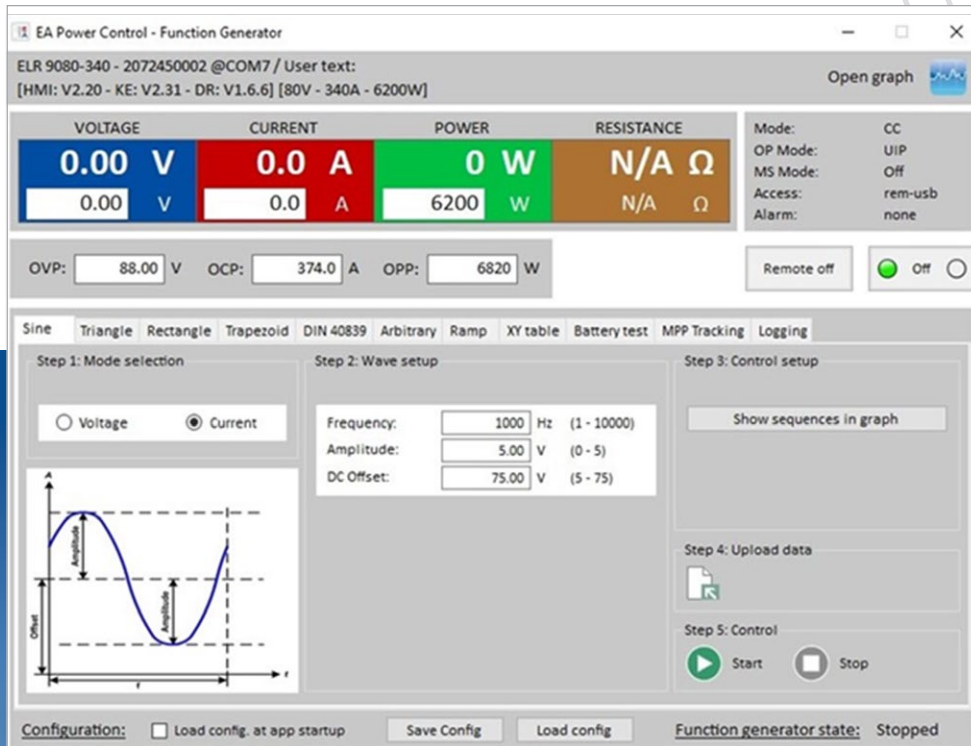
**NOT
3**

Bir adım yük değişikliği meydana geldiğinde iletim hattı cınlama etkilerini azaltmak için test kutuplarını mümkün olduğunda kısa tutun.



Şekil 4
Yakıt hücresi direncini akım kesme yöntemiyle ölçmek için test kurulumu

EA güç kaynaklarını ve elektronik yüklerini kontrol eden EA Elektro-Atomatik Güç Kontrol yazılımı, DC yük düzeyinde sinüs dalgası oluşturma görevini basitleştirir. Şekil 5'te gösterilen ekran görüntüsü, 5 Vrms genliğe sahip bir 1 kHz sinüs dalgasının oluşumunu göstermektedir. Güç Kontrol yazılımı için bir kodlama gerekmemektedir. Elektronik yükün diğer kontrol yazılımlarına entegre edilmesi gerekirse, yükün SCPI aygıt komutları kitaplığı aygıt iletişimini ve kontrolünü sağlar. Tablo 1, sinüs dalgasını oluşturacak komutları listelemektedir. SCPI komutları, C ve Python gibi programlama dillerinde okuma ve yazma komutları olarak kodlanabilir.



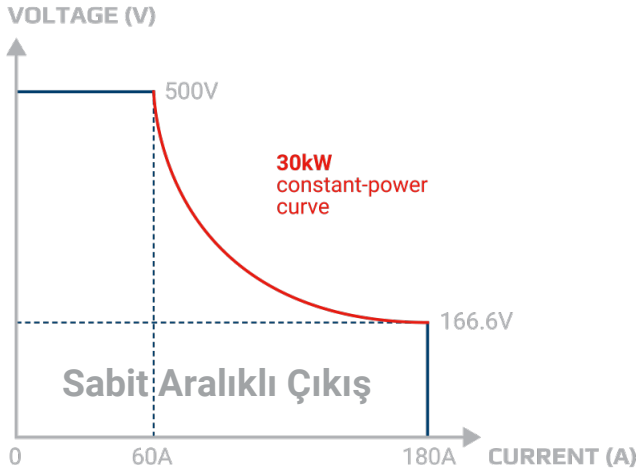
Şekil 5

Bir 75 A_{DC} yük düzeyinde 1 kHz'te bir 5 V_{RMS} sinüs dalgası oluşturan Güç Kontrol yazılımının ekran görüntüsü.

Cihazın halihazırda uzaktan kumanda halinde olduğu ve DC girişin veya DC çıkışın kapalı olduğu düşünüldüğünde aşağıdaki komut sıralaması gerekli olacaktır:

FUNC:GEN:SEL CURR	;SELECTS ARBITRARY GENERATOR FOR CURRENT.
FUNC:GEN:WAVE:LEV 1	;SELECTS STEP 1
FUNC:GEN:WAVE:IND 5	;SELECTS BEGINNING AC OFFSET CURRENT VALUE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 75	;SETS AC OFFSET CURRENT START VALUE OF 75A
FUNC:GEN:WAVE:IND 6	;SELECTS ENDING AC OFFSET CURRENT VALUE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 75	;SETS ENDING AC OFFSET CURRENT VALUE OF 75A
FUNC:GEN:WAVE:IND 2	;SELECTS BEGINNING AC FREQUENCY
FUNC:GEN:WAVE:DATA 1000	;SETS BEGINNING AC FREQUENCY OF 1KHZ
FUNC:GEN:WAVE:IND 3	;SELECTS ENDING AC FREQUENCY
FUNC:GEN:WAVE:DATA 1000	;SET ENDING AC FREQUENCY TO 1KHZ
FUNC:GEN:WAVE:IND 0	;SELECTS BEGINNING AC AMPLITUDE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 5	;SETS BEGINNING AC AMPLITUDE OF 5A
FUNC:GEN:WAVE:IND 1	;SELECTS ENDING AC AMPLITUDE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 5	;SET ENDING AC AMPLITUDE OF 5A
FUNC:GEN:WAVE:IND 7	;SELECTS DURATION OF STEP IN SECONDS
FUNC:GEN:WAVE:DATA 10	;SETS DURATION OF STEP TO BE 10 SECONDS
FUNC:GEN:WAVE:END 1	;SET START SEQUENCE STEP TO 1
FUNC:GEN:WAVE:START 10	;SET END SEQUENCE STEP TO 10

Tablo 1
Bir 75 A_{DC} yük
sapmasında 1 kHz'te
5 V_{RMS} sinüs dalgasını
oluşturmak için SCPI
kodu



Şekil 6

Aralığı otomatik ayarlanan bir girişin, aralığı sabitlenmiş bir yük ile karşılaştırılması. Aralığı otomatik ayarlanan bir yükün daha fazla akım ayarında ne kadar daha yüksek voltaj girişi ve ne kadar daha fazla güç kullanımı sunduğuna dikkat edin.

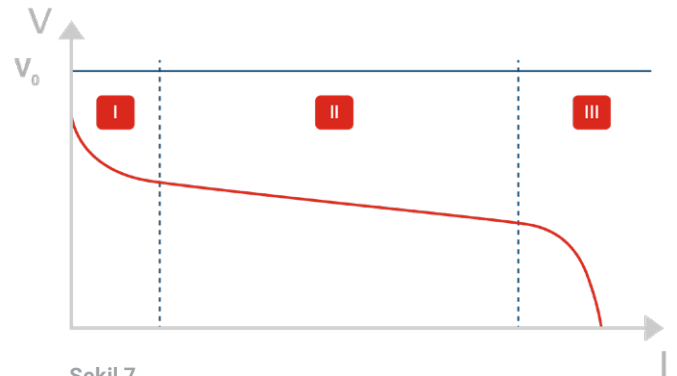
Gücün MW düzeyleri kadar çıkış sağlayabilen bir yakıt hücresi kümesinin test edilmesi için teste yönelik yüksek güç enstrümantasyonu gerekir. ELR yük modelleri 30 kW'a kadar düşebilir ve maksimum 2000 V'a kadar voltajlarla ve 1000 A'ya kadar akımla çalışabilir. Yükler, Şekil 6'da gösterilen aralığı otomatik ayarlanan girişleri nedeniyle bu kapasiteye sahiptir. Otomatik aralık ayarlama, sabit aralıklı bir yükten daha geniş bir çalışma aralığında yükün tüm gücü emmesini sağlar ve daha yüksek bir voltajı veya daha yüksek bir akımı düşürmek için daha yüksek bir güç yükü kullanmak zorunda olmaktan kaçınır. Otomatik aralık ayarlama, yükün daha geniş voltajı ve akım çalışma aralıkları nedeniyle daha fazla yakıt hücresi türünü test etme konusunda esneklik de sağlar.

Yedek güç üretmek üzere kullanılan geniş yakıt hücresi kümeleri için, 64 ELR'ye kadar yükler 64 kA'ya kadar düşmek üzere paralel hale getirilebilir. ELR yük grupları her tür yakıt hücresi kümesini test edebilir.

Yakıt Hücresi Performans Testi

Bir yakıt hücresi kümesinin parametreleri belirlendiğinde mühendisler yakıt hücresinin çıkış performansını ölçebilir. Tekrarlanabilir veriler için, yakıt hücresi; sıcaklığının, basıncının, neminin ve yakıt akış hızlarının sabit tutulduğu kontrollü bir ortamda olmalıdır. Voltaj çıkışı, yük akımının bir fonksiyonu olarak belirlenir. Açık devre voltajı ölçümünün sağlanması için yük akımı yüksüz olarak başlar. Yakıt hücresinin çıkış voltajı, kendi açık devre voltajının %20 kadarına düşene kadar, yük, sabit adımlı bir büyüklükte artırılır. Her yük akımı değişikliği, yakıt hücresinin denge koşullarının yeniden oluşturulmasını gerektirir; böylelikle her yeni yük düzeyinde verileri almadan önce bir gecikme gerekli olur. Şekil 7 bir polarizasyon eğrisinin bir örneğini göstermektedir.

- 1. bölümde** doğrusal olmayan elektro-kinetik etkiler, artan yük akımıyla doğrusal olmayan bir voltaj düşüşüne yol açar.
- 2. bölümde** yakıt hücresinin ohm direnci yakıt hücresi özelliğinde baskın olarak doğrusal bir segment oluşturur.
- 3. bölümde** enerji hidrojenenden daha hızlı tükendiği için voltaj katlanarak düşer ve oksijen kimyasal reaksiyonları yeni enerji sağlayabilir.

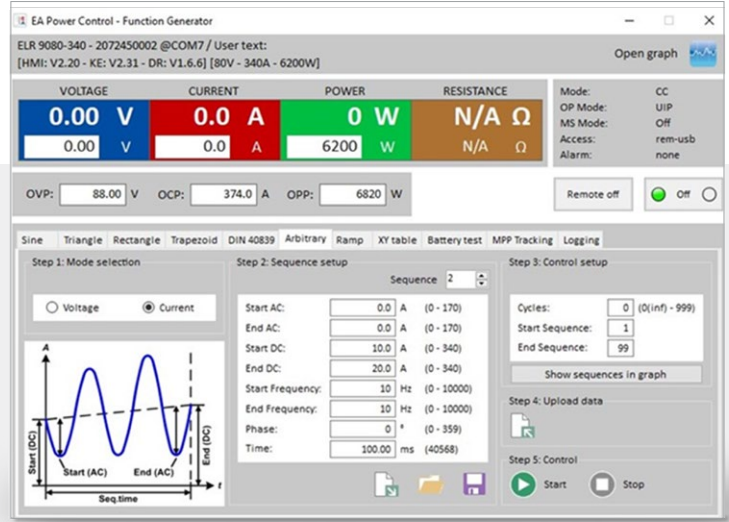


Şekil 7

Yakıt hücresi voltaj-akım çıkış eğrisi

ELR yükleri, Güç Kontrol yazılımını ya da SCPI komutlarını kullanarak kolaylıkla bir yük akımı adım sıralaması oluşturabilir.

Şekil 8, yük akımını 10 adımda 0 A'dan 100 A'ya artıran bir kurulumla Güç Kontrol yazılımını göstermektedir. Şekil, yük akımının 10 A'dan 20 A'ya yükseldiği sıralamanın ikinci adımını göstermektedir. Tablo 2, aynı adım yük testini gerçekleştiren SCPI komutlarını göstermektedir.



Şekil 8
0 A'dan 100 A'ya bir akım adım sıralaması oluşturmak üzere Güç Kontrol yazılımının kullanımı.

FUNC:GEN:SEL CURR

.

FUNC:GEN:WAVE:LEV 2

FUNC:GEN:WAVE:IND 5

FUNC:GEN:WAVE:DATA 10

FUNC:GEN:WAVE:IND 6

FUNC:GEN:WAVE:DATA 20

FUNC:GEN:WAVE:IND 7

FUNC:GEN:WAVE:DATA 10

.

FUNC:GEN:WAVE:END 1

FUNC:GEN:WAVE:START 10

;SELECTS ARBITRARY GENERATOR FOR CURRENT

;STEP ONE SKIPPED TO SHOW STEP 2 ONLY

;SELECTS STEP 2

;SELECTS BEGINNING DC CURRENT VALUE

;SETS DC CURRENT START VALUE OF 10A

;SELECTS ENDING DC CURRENT VALUE

;SETS ENDING DC CURRENT VALUE OF 20A

;SELECTS DURATION OF STEP IN SECONDS

;SETS DURATION OF STEP TO BE 10 SECONDS

;SKIP STEPS 3-10 WHICH INCREMENT UP 10A EACH

;SET START SEQUENCE STEP TO 1

;SET END SEQUENCE STEP TO 10

Tablo 2

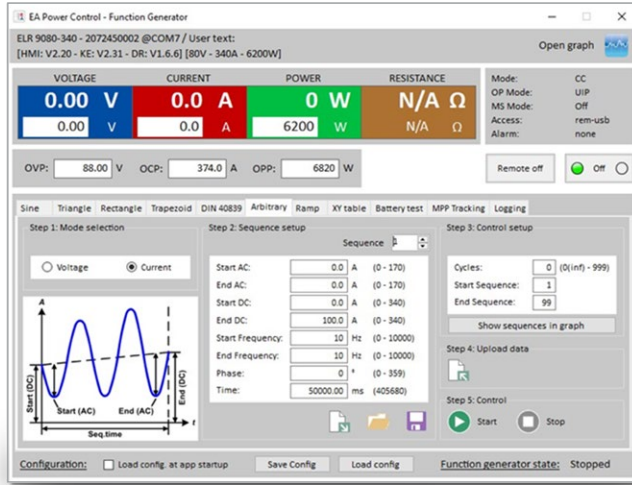
SCPI kodunun 0 A'dan 100 A'ya adım sıralamasını oluşturan kısmı. 10. adımın 2. adımı gösterilmiştir.

Yakıt hücresi dayanıklılık testi

Yakıt hücrelerini test etmenin en önemli adımı, onların güvenlik ve stabilitelelerinden emin olmaktır. Otomotiv uygulamaları için bir yakıt hücresi kümesinin 5000 saatlik bir çalışma ömrü olması gerekmektedir. Yedek güç sistemlerinin 10.000 saatlik bir çalışma ömrü olmalıdır. Elverişli bir test için hızlandırılmış gerilim testi gerekmektedir. Bu testte bir yakıt hücresi kümesi 100 saatten daha uzun bir süre adım yük değişiklikleri veya yük akımı rampaları döngülerine maruz bırakılır.

Yük akımı değişikliği, yakıt hücresi voltajının yaklaşık %50 değişmesine yol açmalıdır. Kare dalga adımı değişikliği ve rampa döngüsü periyodu 50 s civarında olmalıdır.

Şekil 9'da gösterilen ELR yük Güç Kontrol yazılımı, yerleşik dalga biçimi jeneratörünü kullanarak bir rampanın 50 s periyodu bulunacak şekilde bir rampa testi hazırlayabilir. Eşdeğer SCPI kodu Tablo 3'te gösterilmiştir.



Şekil 9

50 s bir periyotla 0 A'dan 100 A'ya bir yük akımı rampasının oluşumunu gösteren Güç Kontrol yazılımı ekran görüntüsü.

Tablo 3

Şekil 9'da tanımlanan rampaya eşdeğer bir rampa oluşturan SCPI kodu.

FUNC:GEN:SEL CURR	;SELECTS ARBITRARY GENERATOR FOR CURRENT
FUNC:GEN:WAVE:LEV 1	;SELECTS STEP 1
FUNC:GEN:WAVE:IND 0	;SELECTS BEGINNING DC CURRENT VALUE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 0	;SETS DC CURRENT START VALUE OF 0A
FUNC:GEN:WAVE:IND 6	;SELECTS ENDING DC CURRENT VALUE
FUNC:GEN:WAVE:DATA 100	;SETS ENDING DC CURRENT VALUE OF 100A
FUNC:GEN:WAVE:IND 7	;SELECTS DURATION OF STEP IN SECONDS
FUNC:GEN:WAVE:DATA 50	;SETS DURATION OF STEP TO BE 50 SECONDS
FUNC:GEN:WAVE:END 1	;SET START SEQUENCE STEP TO 1
FUNC:GEN:WAVE:START 1	;SET END SEQUENCE STEP TO 1

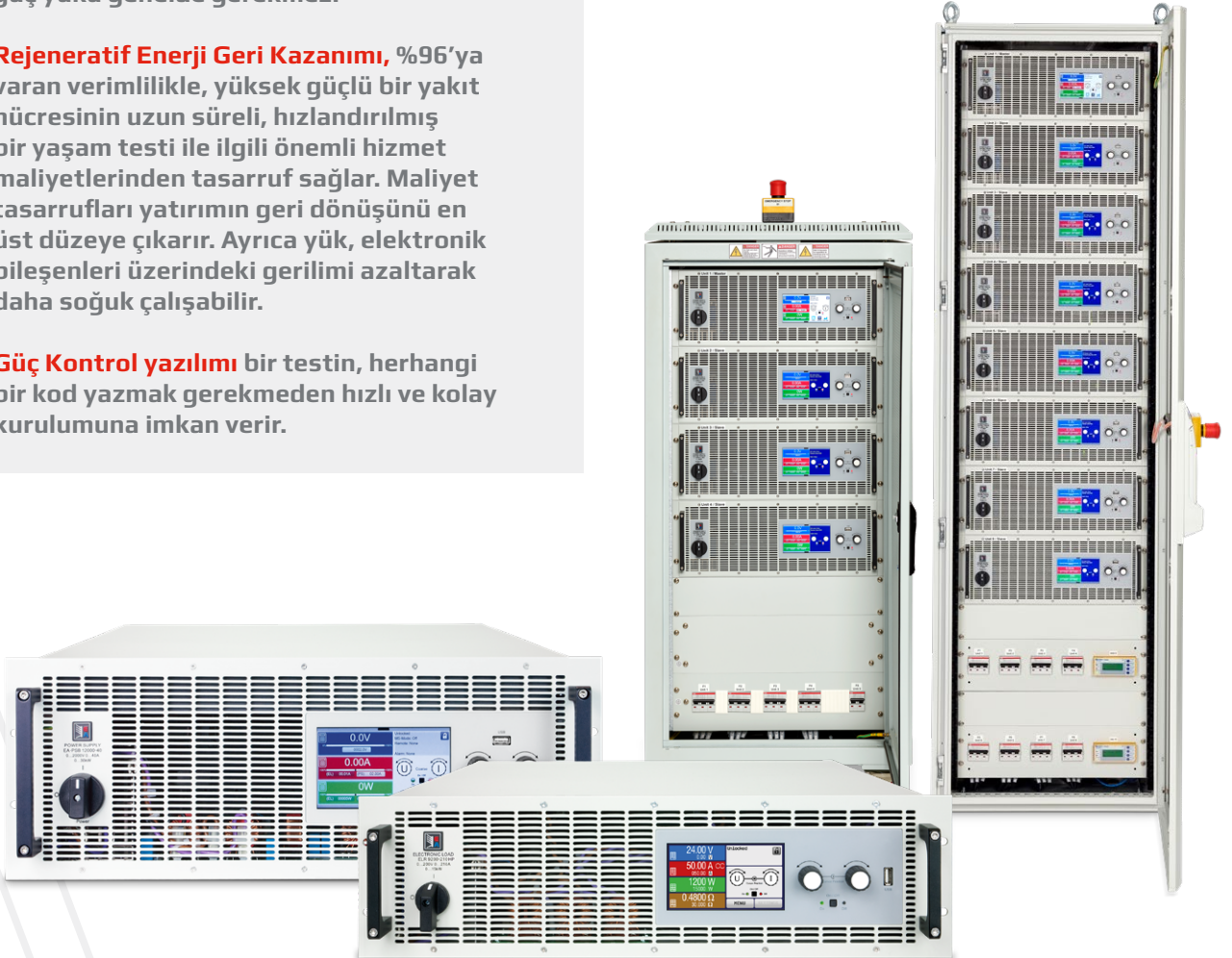
Yüksek güçlü bir yakıt hücresi kümesindeki 100 saatlik bir test çok fazla enerji tüketir. Hızlandırılmış bir gerilim testi sırasında ELR yükleri büyük miktarda enerjiden tasarruf edebilir. Yükler, gücü azaltabilen ve gücü %96'ya varan verimlilikle elektrik şebekesine geri döndürebilen rejeneratif enerji geri kazanımına sahiptir. Tüketilen tüm gücün dağıtılmak zorunda olmaması, ELR yükünün, geleneksel bir elektronik yüke kıyasla daha soğuk çalışmasına olanak tanır. Bu yükler, soğutma altyapısında daha düşük bir yatırım gerektirir. Bir ELR yükü kullanılması, büyük ölçüde azalmış hizmet maliyetleriyle yatırımın geri dönmesini sağlar.

Basitleştirilmiş ve verimli yakıt hücresi testi

ELR yükleri yakıt hücresi testi için aşağıdaki faydaları sunar:

- **Yerleşik dalga biçimi jeneratörü** düşük güçlü bir dalga biçimi jeneratörünü yüksek güçlü bir devreye arayüzleme zorluğunu ortadan kaldırarak yakıt hücrelerinin kurulumunu ve test edilmesini basitleştirir. Dalga biçimi jeneratörü ile, ELR yükü, yakıt hücresi direncini ölçmek üzere pertürbasyonlar oluşturmak için bir DC yük akımındaki sinüzoidal değişimleri kolaylıkla programlayabilir. Dalga biçimi jeneratörü, performans ve dayanıklılık testi için kare dalgalar ve rampalar da yaratabilir.
- **Otomatik aralık ayarlama** kapasitesi, daha geniş voltaj ve akım düzeyleri güç kapasitesini yakıt hücresinin kapasitesine optimize etmeye imkan verdiği için, istenen yükün maliyetini azaltmaya yardımcı olur. Daha yüksek bir voltaj veya akım kapasitesine ulaşmak için daha yüksek bir güç yükü genelde gerekmez.
- **Rejeneratif Enerji Geri Kazanımı**, %96'ya varan verimlilikle, yüksek güçlü bir yakıt hücresinin uzun süreli, hızlandırılmış bir yaşam testi ile ilgili önemli hizmet maliyetlerinden tasarruf sağlar. Maliyet tasarrufları yatırımın geri dönüşünü en üst düzeye çıkarır. Ayrıca yük, elektronik bileşenleri üzerindeki gerilimi azaltarak daha soğuk çalışabilir.
- **Güç Kontrol yazılımı** bir testin, herhangi bir kod yazmak gerekmeden hızlı ve kolay kurulumuna imkan verir.

Bu uygulama notunda birincil test enstrümanı olarak ELR yüküne odaklanılmış olsa da, PSB serisi çift yönlü güç kaynakları aynı düşme kapasitesini sağlayabilir. ELR yükleri gibi, PSB serisi kaynakların yerleşik bir dalga biçimi jeneratörü, otomatik aralık ayarlama girişi ve çıkışı ve rejeneratif enerji geri kazanımı bulunmaktadır. Yakıt hücresinin yanı sıra yakıt hücresi yükünün de test edilmesi gerekiyorsa, PSB kaynakları bir yakıt hücresi kümesini de simüle edebilir. Bir yakıt hücresini bir PSB çift yönlü güç kaynağı ile simüle etme konusunda daha fazla detay için Uygulama Notu AN024'e bakın. Seçilen enstrüman hangisi olursa olsun, her ikisi de yakıt hücrelerinin basitleştirilmiş ve verimli şekilde test edilmesini sağlar.





SIZIN İÇİN DÜNYA ÇAPINDA HİZMET.

Almanya'daki genel merkezde North Rhine Westphalia endüstri merkezinde 200'ün üzerinde kalifiye çalışan, 18.000 m²'lik bir tesiste laboratuvar güç kaynağı, yüksek güçlü şebeke adaptörleri ve güç geri beslemesi bulunan veya bulunmayan elektronik yükler için yüksek teknolojiye sahip ekipmanlar araştırmakta, geliştirmekte ve üretmektedir. Satış ağında Çin ve ABD'deki şubeler, Rusya ve İspanya'daki satış ofisleri ve kapsamlı bir partner ağı bulunmaktadır.

www.elektroautomatik.com

