

Wiring Unlimited

Margreet Leeftink

İçindekiler

1. Giriş	1
1.1. Güvenlik uyarıları	1
1.2. Sorumluluk Reddi	1
1.3. Terimler sözlüğü	1
2. Teori	2
2.1. Ohm Yasası	2
2.2. Güç	3
2.3. İletkenlik ve direnç	4
2.4. Elektrik yalıtımı	6
2.5. Bağlantı direnci	6
2.6. Tork	7
2.7. Akım, kablo direnci ve gerilim düşüşü	8
2.8. Kablo gerilim düşüşünün olumsuz etkileri	11
2.9. Dalgali gerilim	12
3. Akü grubunun kablo bağlantılarının yapılması	15
3.1. Akü grubu	15
3.2. Büyük akü grupları	16
3.3. Paralel akü grubunun kablo bağlantılarının yapılması	17
3.4. Kurşun-asit akü grubu dengeleme	18
3.5. Akü grubu orta noktası	19
4. DC kablo bağlantısı	21
4.1. Kablo seçimi	21
4.2. Baralar	24
4.3. Kablo bağlantıları	26
4.4. Sıkmalı tip terminaller	30
4.5. Kablo geçişleri	31
4.6. DC sigortalarını ve devre kesicileri kontrol edin	32
4.6.1. Lityum sistemler için kesme derecesi ve sigorta seçimi	36
4.7. DC ayırıcılar	37
4.8. Şant	38
4.9. Paralel ve/veya 3 fazlı sistem DC bağlantısı	39
4.10. Büyük sistem baraları	40
4.11. Gerilim algılama ve kompanzasyon	41
4.12. Güneş enerjisi	42
5. İletişim kabloları	46
5.1. Veri sinyali	46
5.2. Parazit	46
5.3. İletişim kablosu türleri	47
5.4. Arayüzler	49
6. AC kablo bağlantısı	51
6.1. Elektrik üretimi	51
6.2. Dağıtım ağları	51
6.3. Sistem akımı, VA ve Watt	52
6.4. AC kablolama	54
6.5. AC sigortalarını ve devre kesicileri kontrol edin	55
6.6. AC baypas anahtarı	56
6.7. AC kablolama paralel invertör/şarj cihazı sistemleriyle ilgili özel hususlar	57
6.8. Faz rotasyonlu 3 fazlı invertör/şarj cihazı sistemleri	58
7. Toprak bağlantısı, topraklama ve elektrik güvenliği	59
7.1. Elektrik güvenliği	59
7.2. Topraklama kablolaması	60
7.3. RCD, RCCB veya GFCI	60
7.4. İnvörtörlerde ve invertör/şarj cihazlarında nötr-topraklama bağlantısı	62
7.5. Mobil kurulumlar	63
7.6. Victron ekipmanının yalıtımı ve toprak bağlantısı	64

7.7. Sistemin toprak bağlantısının yapılması	65
8. Galvanik korozyon	68
8.1. Galvanik korozyonun önlenmesi	68
8.2. Galvanik izolatör	69
8.3. Yalıtım transformatörü	69
9. Katkıda bulunanlar	70

1. Giriş

Piller, invertörler, şarj cihazları ve invertör/şarj cihazları içeren elektrik tesisatı sistemleri hakkında bir kitap olan "Wiring Unlimited" kitabına hoş geldiniz.

Bu kitapla, elektrik sistemlerinin kablolama temellerini açıklamayı amaçlıyoruz. Kitapta "doğru yapmanın" önemini açıklayacak ve bir sistemin kötü kablolamaya sahip olması durumunda ortaya çıkabilecek sorunları ele alacağız. Kitap ayrıca, elektrik tesisatı yapanlara veya bu tesisatların kullanıcılarına, kullandıkları elektrik sistemleri için doğru bir sonuca varabilmesi için kötü kablolamadan kaynaklanan sorunları giderme konusunda yardımcı olacaktır.

Kablolama sorunları genellikle sistem sorunlarının bir nedenini oluşturur veya sistemlerin düşük performans göstermesine yol açabilir.

Herhangi bir elektrik sisteminin, özellikle de "yüksek akımlı" cihazlar olan invertör/şarj cihazı ve akü içeren sistemlerin sorunsuz çalışması için sistemin kablolamasının doğru bir şekilde yapılması çok önemlidir.

Bu kitap, size bu işlemi "doğru yapma" konusunda yardımcı olacaktır.

1.1. Güvenlik uyarıları

Elektrik tehlike yaratabilir. Can ve mal kaybına yol açabilir.

İnsan kalbini durdurmak için çok az miktarda akım yeterlidir. İnsan derisi ve dokusunun doğal direnci nedeniyle, kalbi durduran bu akım miktarını üretmek için yüksek voltaj gerekli olsa da, 42 Volt kadar düşük voltajlar nedeniyle ölen insanlar olmuştur.

Hem DC hem de AC bu tür ölümcül olaylara yol açabilir. Bu nedenle, elektrik işleri her zaman gerekli niteliklere sahip bir elektrikçi veya teknisyen tarafından yapılmalı ve yerel güvenlik yönergelerine ve gerekliliklerine uyulmalıdır.



ÖNEMLİ:

- Belirli seviyeleri aşan AC ve DC gerilimleri tehlikeli ve zararlıdır.
- Elektrik ve akülerle çalışırken daima yalıtımlı aletler kullanın.
- Akülere kısa devre yaptırmayın. Aksi takdirde yangın veya patlama meydana gelebilir.
- Akü şarjı sırasında patlayıcı gazlar oluşabilir.
- Yetersiz boyutta kablolama veya kötü elektrik kontağı yangına neden olabilir.
- Her zaman ilgili ürün kılavuzlarındaki güvenlik uyarılarına bakın.

1.2. Sorumluluk Reddi

Bu belgenin tek amacı, belirli elektriksel kavramların arkasındaki temel ilkelerin anlaşılmasına yardımcı olmaktır. Bu belge yalnızca kılavuz olarak hazırlanmıştır.

Elektrik tesisatı düzenlemeleri dünyanın neresinde olduğunuza bağlı olarak farklılık gösterebilir. Yerel elektrik düzenlemeleriniz bu belgede verilen kablolama tavsiyelerinden farklı olabilir.

Herhangi bir elektrik işi yapmadan önce yerel yetkililerden ve/veya lisanslı elektrikçilerden profesyonel öneri ve talimat almak her zaman sizin sorumluluğunuzdur.

1.3. Terimler sözlüğü

Bu kitapta metrik sistem kullanılmakta olup, tüm birimler ve kısaltmalar Uluslararası Birimler Sistemi (SI) ile uyumludur. Uluslararası Birimler Sistemi hakkında daha fazla bilgi için şu bağlantıyı ziyaret edebilirsiniz: https://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units

2. Teori

Bu kitaptan en iyi şekilde yararlanmak için temel elektrik teorisi konusunda bilginiz olmalıdır. Böylece, kablo kalınlığını ve sigorta değerlerini belirleyen temel faktörleri anlayabilirsiniz. Bu konuda temel bilgilere zaten sahip olabilirsiniz ve belki bu bölümü atlayabilirsiniz, ancak bu bölümü okumanızı önemle tavsiye ederiz.

2.1. Ohm Yasası

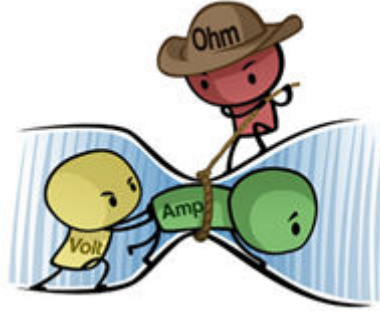
Ohm yasası bir elektrik devresiyle ilgili en önemli yasadır. Neredeyse tüm elektriksel hesaplamaların temelini oluşturur. Farklı gerilimlerde bir kablodan (veya sigortadan) geçen akımı hesaplamayı sağlar. Bir kablodan ne kadar akım geçtiğini bilmek, sisteminiz için doğru kabloyu seçebilmeniz için gerekli bir bilgidir. Ancak önce elektrik hakkında bazı temel bilgiler gereklidir.

Elektrik nedir:

Elektrik, elektronların iletken adı verilen bir malzeme içindeki hareketidir. Bu hareket elektrik akımı yaratır. Bu akım "Amper" (kısaca amp) cinsinden ölçülür ve sembolü A harfidir.

Elektronların akması için gereken kuvvete gerilim (veya potansiyel) denir. Bu değer "Volt" olarak ölçülür ve sembolü V harfidir (Avrupa'da U olarak da kullanılır).

Bir elektrik akımı bir malzemeden geçtiğinde belirli bir dirençle karşılaşır. Bu direnç Ohm cinsinden ölçülür. Sembolü Ω şeklindedir.



Gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki nedir:

- Direnç düşük olduğunda, çok sayıda elektron hareket eder ve akım yüksek olur.
- Direnç daha yüksek olduğunda, daha az elektron hareket eder ve akım daha düşük olur.
- Direnç çok yüksek olduğunda, elektronlar hareket etmez ve akım durur.

Ohm yasası:

Belirli bir gerilimde bir malzemeden ne kadar akım geçeceğini iletkenin direncinin belirlediği söylenebilir. Bu bir formülle gösterilebilir. Bu formüle Ohm Yasası denir:

$$\text{Current (A)} = \text{Voltage (V)} / \text{Resistance (\Omega)}$$

$$I = V/R$$

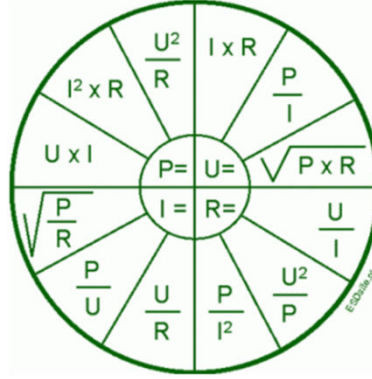
2.2. Güç

Ohm yasası direnç, akım ve gerilim arasındaki ilişkiyi tanımlar. Ancak Ohm yasasından türetililebilecek bir elektrik birimi daha vardır ve bu da güçtür.

Güç, bir elektrik akımının ne kadar iş yapabileceğini ifade eder. Watt cinsinden ölçülür ve sembolü P'dir. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$P = I \times V$$

Ohm yasasından başka formüller de elde edilebilir. Mümkün olan tüm formüller aşağıdaki resimde listelenmiştir. Lütfen dünyada gerilimin iki sembol ile gösterildiğini göz önünde bulundurun. Bunlar U ve V'dir.



Bu formüllerden bazıları bir kablodaki akım hesaplanırken kullanılır. Sık kullanılan formüllerden biri şudur:

$$I = P/V$$

Bu formül, gerilim ve güç bilindiğinde bir kablodan ne kadar akımın geçtiğini hesaplamak için kullanılır.

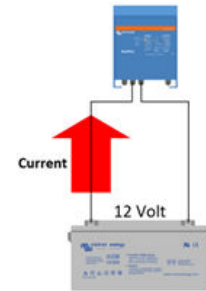
Bu formülün nasıl kullanılabileceğine bir örnek:

Soru:

- Eğer 2400 W yüke bağlı 12 V bir akümüz varsa: Kablodan ne kadar akım geçer?

Cevap:

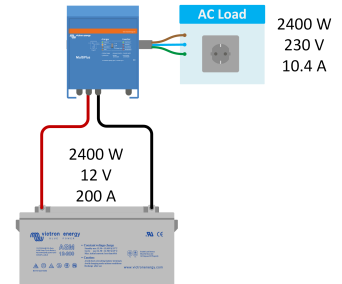
- V = 12 V
- P = 2400 W
- I = P/V = 2400/12 = 200 A



Hesaplamalarda akım yerine güç kullanmanın faydaları:

Hesaplamalarda veya ölçümlerde güç kullanmanın en büyük avantajı, gücün gerilimden bağımsız olmasıdır. Bu durum, birden fazla gerilimin mevcut olduğu sistemlerde kullanışlıdır. Buna örnek olarak DC akü, AC güç ve belki de aküden farklı bir DC gerilimine sahip bir güneş paneli içeren bir sistem verilebilir.

Güç, farklı gerilimler arasında aynı kalır. Örneğin, 12 V bir aküden invertör aracılığıyla 2400 W AC yük çalıştırırsanız aküden de 2400 W alır (invertör verimsizlikleri göz ardı edilerek).



2.3. İletkenlik ve direnç

Bazı malzemeler elektriği diğer malzemelerden daha iyi iletir. Düşük dirençli malzemeler elektriği iyi iletirken yüksek dirençli malzemeler elektriği az iletir veya hiç iletmez.

Metallerin düşük dirence sahiptir ve elektriği iyi iletir. Bu malzemelere iletken adı verilir. Elektrik kablolarında damar olarak kullanılmalarının nedeni budur.

Plastik veya seramikler çok yüksek dirence sahiptir. Elektriği hiç iletmezler. Bunlara yalıtkan adı verilir. Bu nedenle kabloların dışında plastik veya kauçuk gibi iletken olmayan malzemeler kullanılır. Kabloya dokunduğunuzda elektrik çarpmaz çünkü elektrik bu malzemeden geçemez. Yalıtkanlar, iki kablonun birbirine değmesi durumunda kısa devre oluşmasını önlemek için de kullanılır.



C: Bir iletkende elektronlar hareket edebilir.

B: Bir yalıtıkanda elektronlar hareket edemez ya da çok yavaş hareket eder.

Her malzemenin kendine özgü bir direnci vardır. Ohm metre ($\Omega \cdot m$) cinsinden ölçülür ve sembolü ρ (rho) şeklindedir.

Bir malzemenin iletkenliği, direnci ile ters orantılıdır. Bu özellik şu formülle gösterilir: $\sigma = 1/\rho$. Metre başına Siemens (S/m) metre cinsinden ölçülür ve sembolü σ (sigma) şeklindedir.

Aşağıdaki tabloda çeşitli iletken malzemeler, bunların elektrik iletkenlikleri ve özgül dirençleri verilmiştir. Görüldüğü gibi, bakır elektriği iyi iletir ve düşük bir dirence sahiptir. Yine görüldüğü üzere, bakır düşük dirençli mükemmel bir iletken olduğundan, elektrik kablolarında yaygın bir şekilde kullanılır. Buna karşılık titanyum, zayıf elektrik iletkenliğine ve daha yüksek özgül dirence sahiptir. Bu yönüyle elektrik iletkeni olmaya daha az uygundur.

Malzeme	Elektrik iletkenliği (10.E6 Siemens/m)	Elektrik direnci (10.E-8 Ohm.m)
Gümüş	62.1	1.6
Bakır	58.5	1.7
Altın	44.2	2.3
Alüminyum	36.9	2.7
Molibden	18.7	5.3
Çinko	16.6	6.0
Lityum	10.8	9.3
Pirinç	15.9	6.3
Nikel	14.3	7.0
Demir	10.1	9.9
Paladyum	9.5	10.5
Platin	9.3	10.8
Tungsten	8.9	11.2
Kalay	8.7	11.5
Bronz	7.4	13.5
Karbon çeliği	5.9	16.9
Kurşun	4.7	21.3
Titanyum	2.4	41.7

Kablo direncini belirleyen iki faktör daha vardır. Bunlar iletkenin (kablunun) uzunluğu ve kalınlığıdır:

Bu faktörler aşağıdaki şekilde ilişkilidir:

- İnce bir kablo, aynı uzunluktaki kalın bir kablodan daha yüksek bir dirence sahiptir.
- Uzun bir kablo, aynı kalınlıktaki kısa bir kablodan daha yüksek bir dirence sahiptir.

Bir kablo uzunluğunun direnci aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$\text{Resistance} = \text{Rho} \times \text{length} / \text{Area}$$

$$R = \rho \times l / A$$

Yukarıdaki formülde olduğu gibi, kablo direncini belirleyen üç faktör vardır. Bunlar:

- Kullanılan malzemenin elektrik direnci.
- Kablonun uzunluğu. Kablo ne kadar uzun olursa direnç o kadar yüksek olur.
- Kablonun çapı. Kablo ne kadar ince olursa direnç o kadar yüksek olur.

Akım kablodan geçtiğinde, kablo direnci aşağıdaki iki etkiden sorumlu olduğundan, kablounun direncini bilmek önemlidir:

- Kablo uzunluğu boyunca gerilim düşüşü (kayıbı) olacaktır.
- Kablo ısınır.

Akım arttıkça bu etkilerin şiddeti artar. Artan akım, gerilim düşüşünü artırır ve kablo daha fazla ısınır.

Kablo direncinin örnek hesaplaması:

Soru:

- 1,5 metre, 16 mm² bir kablounun direnci nedir?

Eldeki bilgiler:

- ρ bakır = $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$
- $l = 1,5 m$
- $A = 16 mm^2 = 16 \times 10^{-6} m^2$

Cevap:

- $R = \rho \times l / A$
- $R = 1,7 \times 10^{-8} \times 1,5 / (16 \times 10^{-6})$
- $R = 1,7 \times 10^{-2} \times 1,5 / 16$
- $R = 0,16 \times 10^{-2} = 1,6 \times 10^{-3}$
- $R = 1,6 m\Omega$

Kablo uzunluğunun etkisi:

Önceki örneği kullanarak 5 metrelik bir kablo için direnci hesaplayalım. İşlemin sonucunda direnç 5,3 m Ω çıkacaktır. Kablo uzunluğunu artırırsanız direnç artar.

Kablo kalınlığının etkisi:

Orijinal örneği ele alarak 2,5 mm² kesitli bir kablo için direnci hesaplayalım. İşlemin sonucunda direnç 10,2 m Ω çıkacaktır. Kablo inceliğini artırırsanız direnç artar.

Sonuç:

Kablounun hem kalınlığı hem de uzunluğu kablo direnci üzerinde büyük etkiye sahiptir.

2.4. Elektrik yalıtımı

Elektrik yalıtkanları, elektrik akımının elektrik devresinin bir bölümünden diğerine akışını önlemek ve insanları ve ekipmanları elektrik çarpmasından korumak için kullanılır.

Önceki bölümde yer alan tabloda gördüğümüz gibi, bir malzeme elektriği iyi iletmiyorsa yalıtkan olarak adlandırılır.

Elektrik yalıtkanı örnekleri; kauçuk, plastik, cam, seramik ve havayı içerir. Bu malzemeler, teller için yalıtım, elektrikli ekipmanlar için yalıtkan ve elektrikli bileşenler için kaplama gibi çeşitli elektrik uygulamalarında kullanılır.

Elektrik yalıtkanları, elektrik sistemlerinin güvenli ve verimli çalışmasının sağlanmasında ve elektriksel tehlikelerin önlenmesinde kritik rol oynar.

Genel bir kural olarak gerilim ne kadar yüksekse yalıtımın o kadar kalın veya daha iyi olması gerekir. Bu nedenle, örneğin, yüksek gerilimli bir güneş enerjisi dizisine giden ve gelen özel kablolar gereklidir.

Yalıtımlı kablolar ve elektrikli aletler belirli bir maksimum gerilim için derecelendirilir. Bu gerilim değerinin uygulamanızla uyumlu olduğundan emin olun.

2.5. Bağlantı direnci

Bir elektrik tesisatındaki direnç yalnızca kablunun direnci tarafından belirlenmez ve elektrik bağlantılarının direnci de toplam dirence katkıda bulunur.

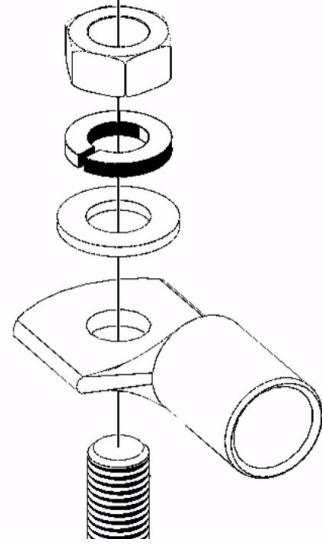
Bağlantı direnci nasıl oluşur:

Bir kablo ile cihaz arasında veya bir kablo ile kablo terminali arasında bağlantı yapıldığında devrenin direnci artar. Direncin derecesi, bağlantının kalitesinden ve bağlantı alanının boyutundan etkilenir.

- Sıkı bir bağlantı, gevşek bir bağlantıdan daha az dirence sahip olur.
- Büyük bir bağlantı alanı, küçük bir bağlantı alanından daha az dirence sahip olur.

Bağlantı dirençleri nasıl sınırlandırılır:

- Sıkı ve güvenli bağlantılar yapın. Konektörlerin maksimum tork aşılmasından doğru şekilde bağlandığından emin olun. Daha fazla bilgi edinmek için [Tork \[7\]](#) bölümüne bakın.
- Somun veya civata bağlantısı durumunda, sağdaki resimde gösterildiği gibi her zaman doğru sırada rondela ve yaylı rondela ekleyin.
- Kablo terminallerini bir kabloya doğru şekilde sabitleyin. Uygun bir sıkma aleti ve doğru boyutta bir kablo terminali kullanın. Daha fazla bilgi edinmek için [Sıkmalı tip terminaller \[30\]](#) bölümüne bakın:



Direncin ısı da yaratacağını unutmayın:

Yüksek dirençli zayıf bir bağlantı aşırı ısı üretir. Güç, akım ve direnç arasındaki ilişki $P = I^2R$ formülü ile belirlenir. Ekstra düşük gerilimli DC'de, az miktarda direnç bile ekipman ve kabloların hasar görmesine ve hatta ciddi durumlarda yangına neden olabilecek tehlikeli bir ısı seviyesine yol açabilir.

2.6. Tork

Önceki bölümde açıklandığı gibi, gevşek bağlantılar direnç, ısı ve ark nedeniyle potansiyel korozyona yol açacağından elektrik bağlantılarının sıkı olması önemlidir. Ancak, konektör bağlantı elemanında hasar meydana gelebileceğinden, bu bağlantıları aşırı sıkılamaya dikkat edin.

Elektrik bağlantı elemanları, vidalar veya cıvatalar genellikle kalay kaplı pirinçten üretilir. Bu bağlantı elemanlarının paslanmaz çelikten yapıldığını varsaymak yaygın bir yanılgıdır ve bunun sonucunda aşırı sıkma ve bağlantı elemanında hasar meydana gelebilir.

Her zaman tork anahtarı (veya tork tornavidası) kullanın. Böylece cıvata veya vidanın doğru şekilde sıkıldığını anlayabilirsiniz.

Ürünlerimizin metrik bağlantı cıvatalarına sahip olduğunu unutmayın. Yaygın olarak kullanılan dişler M4, M5, M6, M8 ve M10'dur. Belgelerimizde önerilen tork değerleri N.m (Newton metre) cinsinden listelenmiştir.



Yalıtımlı tork tornavidası.



Yalıtımlı tork anahtarı.

Tork anahtarının doğru kullanımı

Tork anahtarı kullanırken aşağıdaki adımları izleyin:

1. Kılavuza uygun olarak doğru tork ayarını seçin. Tork anahtarının istenen tork değerine ayarlanabilen bir ölçeği veya kadranı olmalıdır.
2. Tork anahtarını bağlantı elemanının (cıvata, somun veya vida) üzerine yerleştirin.
3. Tork anahtarını kullanarak bağlantı elemanına kuvvet uygulayın ve istenen tork ayarına ulaşıncaya kadar çevirin.
4. Tork anahtarı tipik olarak istenen tork ayarına ulaştığında tıklama sesi çıkarır veya bunu gösterir. Tork kontrol cihazı varsa tork değerini iki kez kontrol edin.



Doğruluğu sağlamak ve alete veya üzerinde çalışılan ekipmana zarar gelmesini önlemek için tork anahtarı kullanırken üreticinin talimatlarına ve yönergelerine uymanın önemli olduğunu unutmayın.

Pirinç cıvatalar için maksimum tork; pirinç türü, cıvatanın boyutu ve uzunluğu ile kullanım amacı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Genel olarak pirinç cıvatalar için maksimum tork aynı boyuttaki çelik cıvatalara göre daha düşüktür.

Normal koşullarda elektrik bağlantıları için maksimum tork momenti ürün kılavuzunda belirtilir. Ancak bu bilgi eksikse pirinç cıvatalar, somunlar veya vidalar için aşağıdaki tabloyu kullanın.

Pirinç (H62) bağlantı elemanları için maksimum tork değerleri:

Diş	N.m cinsinden maksimum tork	lbf.ft cinsinden eşdeğeri	lbf.in cinsinden eşdeğeri
M2.5	0.6	0.4	5
M3	1	0.7	49
M4	2.9	2.1	26
M5	5	3.7	44
M6	6	4.4	53
M8	12	8.9	106
M10	24	17	212
M12	40	30	354



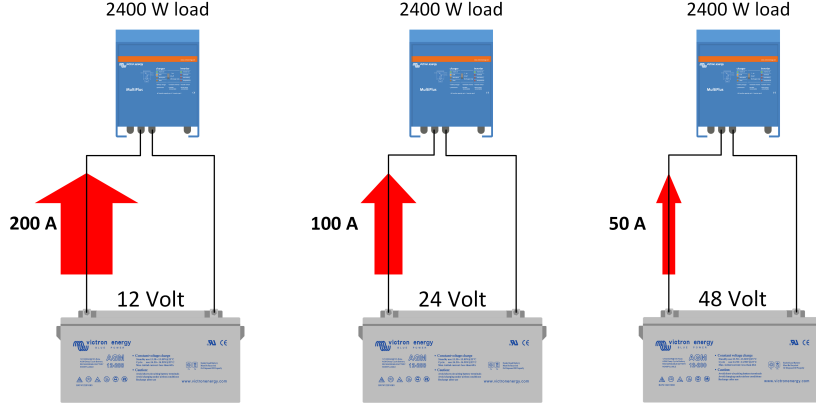
Bunların yaklaşık tahminler olduğunu ve ilgili uygulamaya göre değişebileceğini unutmayın. Bu nedenle uygun tork değerini belirlemek için ürün kılavuzuna veya mühendislik kılavuzlarına başvurmanız önemlidir. Bir cıvatanın aşırı sıkılması, cıvatanın veya sabitlenen bileşenlerin hasar görmesine veya arızalanmasına neden olabilir.

2.7. Akım, kablo direnci ve gerilim düşüşü

Düşük gerilim yüksek akıma yol açar:

Daha önce de açıklandığı üzere, çeşitli devre gerilimlerinde sabit bir yük için elektrik devresinden geçen akım farklıdır. Gerilim ne kadar yüksek olursa akım o kadar düşük olacaktır.

Aşağıda, yükün aynı olduğu, ancak her devredeki akı geriliminin farklı olduğu üç farklı devreden geçen akım miktarına genel bakış verilmiştir:



Kablo direnci, kablo üzerinde gerilim düşüşü yaratır:

Ayrıca, daha önce açıklandığı gibi, bir kablo belirli bir miktarda dirence sahiptir. Kablo elektrik devresinin bir parçasıdır ve direnç olarak değerlendirilebilir.

Direnç üzerinden akım geçtiğinde, direnç ısınır. Aynı şey kabloda da olur. Kablodan akım geçtiğinde kablo ısınır ve güç ısı formunda kaybolur. Bu kayıplara kablo kayıpları adı verilir. Kayıp güç aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\text{Power} = \text{Resistance} \times \text{Current}^2$$

$$P = R \times I^2$$

Kablo kaybının diğer bir etkisi de kablo uzunluğu boyunca gerilim düşüşü yaratmasıdır. Gerilim düşüşü aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\text{Voltage} = \text{Resistance} \times \text{Current}$$

$$V = R \times I$$

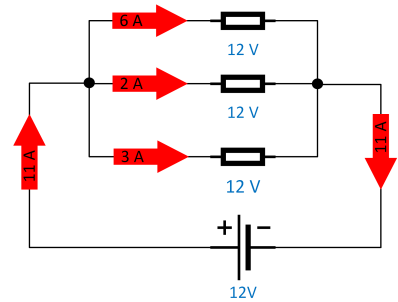
Kirchhoff'un 1. ve 2. yasası:

Kablodaki gerilim düşüşünün etkisini hesaplayabilmek için Kirchhoff'un birinci ve ikinci yasası olmak üzere iki elektrik yasasını daha bilmeniz gereklidir:

Kirchhoff'un akım yasası (1. yasa):

Bir bağlantı noktasına akan akım, o bağlantı noktasından dışarı akan akıma eşit olmalıdır.

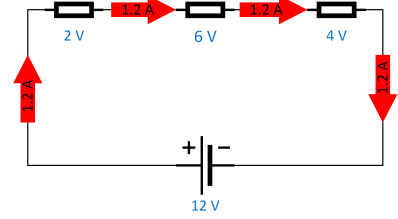
Bunun bir örneği paralel devredir. Her bir direnç üzerindeki gerilim aynıyken her bir dirençten geçen akımın toplamı toplam akıma eşittir.



Kirchhoff'un gerilim yasası (2. yasa):

Bir devredeki herhangi bir kapalı döngü etrafında bulunan tüm gerilimlerin toplamı sıfıra eşit olmalıdır.

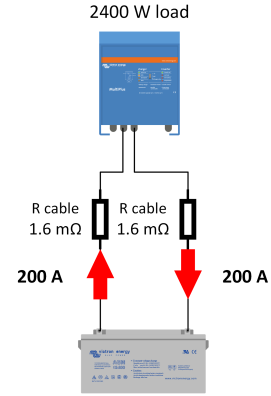
Burada tam tersi söz konusudur. Seri bir devrede, her bir dirençten geçen akım aynıdır. Her bir direnç üzerindeki gerilimlerin toplamı ise toplam gerilime eşittir.

**Gerilim düşüşü hesaplama örneği:**

Şimdi, 12 V aküye bağlı bir invertör için gerçek dünya örneği kullanarak kablo kayıplarını hesaplayalım. Sağdaki devre şemasında, 1,5 metre uzunluğunda, 16 mm² kesitli iki kablo kullanılarak 12 V aküye bağlanmış 2400 W bir invertör görüyorsunuz.

Daha önce hesapladığımız gibi, her bir kablonun direnci 1,6 mΩ olur. Bu bilgiyle artık bir kablo üzerindeki gerilim düşüşünü hesaplayabiliriz:

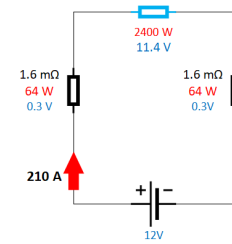
- 12 V gerilimde 2400 W yük, 200 A akım oluşturur.
- Bir kablo üzerindeki gerilim düşüşü şöyle hesaplanır: $V = I \times R = 200 \times 0,0016 = 0,32 \text{ V}$.
- Pozitif ve negatif kablo olmak üzere iki kablo olduğundan, bu sistemdeki toplam gerilim kaybı 0,64 V olur.
- Gerilim düşüşü 0,64 V olduğundan, invertöre artık 12 V değil, $12 - 0,64 = 11,36 \text{ V}$ gelir.



Bu devrede invertörün gücü sabittir. Dolayısıyla, invertöre giden gerilim düştüğünde, akım artar. $I = P/V$ formülünü unutmayın.

Akü artık kayıpları telafi etmek için daha fazla akım sağlar. Bu da, önceki örnekte akımın 210 A seviyesine yükseleceği anlamına gelir.

Bu da, artık toplam enerjinin %5'ini ($0,64/12$) kaybetmiş olacağımız için sistemi verimsiz hale getirir. Bu kayıp enerji ısıya dönüşmüştür.

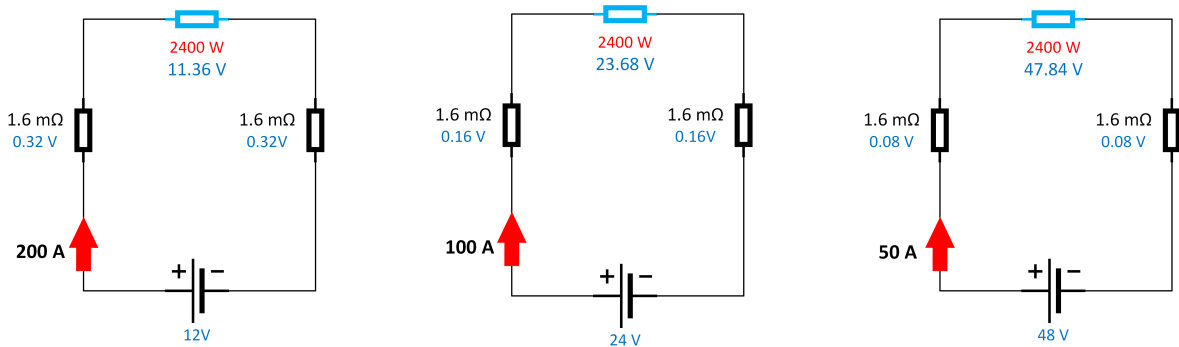
**Gerilim düşüşünü azaltma:**

Gerilim düşüşünü mümkün olduğunca düşük tutmak önemlidir. Bunu yapmanın bariz yolu, kablonun kalınlığını artırmak veya kablo uzunluğunu mümkün olduğunca kısa tutmaktır. Ancak yapabileceğiniz başka bir şey daha vardır. Bu da elektrik devresinin gerilimini artırmaktır. Farklı akü (sistem) gerilimleri için kablo gerilim düşüşü değişir. Genel olarak, devrenin gerilimi ne kadar yüksek olursa gerilim düşüşü o kadar düşük olacaktır.

Örnek:

Aynı 2400 W yükte sistem gerilimi 24 veya 48 V olursa:

- 24 V gerilimde 2400 W yük $2400/24 = 100 \text{ A}$ akım yaratır.
- Toplam gerilim düşüşü $2 \times 100 \times 0,0016 = 0,32 \text{ V}$ (= %1,3) olacaktır.
- 48 V gerilimde akım 50 A olur. Gerilim düşüşü 0,16 V olur (= %0,3).



Ne kadar gerilim düşüşüne izin verilir?

Bu bizi bir sonraki soruya götürür. Ne kadar gerilim düşüşüne izin verilir? Görüşler biraz farklılık gösterse de, %2,5'ten daha büyük olmayan bir gerilim düşüşünün hedeflenmesini öneririz. Farklı gerilimler için değerler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:

Sistem voltajı	Yüzde	Gerilim düşüşü
12 V	%2,5	0,3 V
24 V	%2,5	0,6 V
48 V	%2,5	1,2 V

Sadece kablo direnci değil, diğer faktörler de direnç yaratır:

Direncin sadece kablunun kendisinde oluşmadığını bilmek önemlidir. Akımın geçmesinin gerektiği yoldaki herhangi bir öge ek direnç yaratır.

Toplam dirence katkıda bulunabilecek olası öğelerin listesi:

- Kablo uzunluğu ve kalınlığı.
- Sigortalar.
- Şantlar.
- Anahtarlar veya devre kesicileri.
- Kablo terminallerinin kalitesi ve uygunluğu ve kabloya ne kadar iyi takıldıkları.
- Tüm elektrik bağlantılarının kalitesi ve sıklığı.

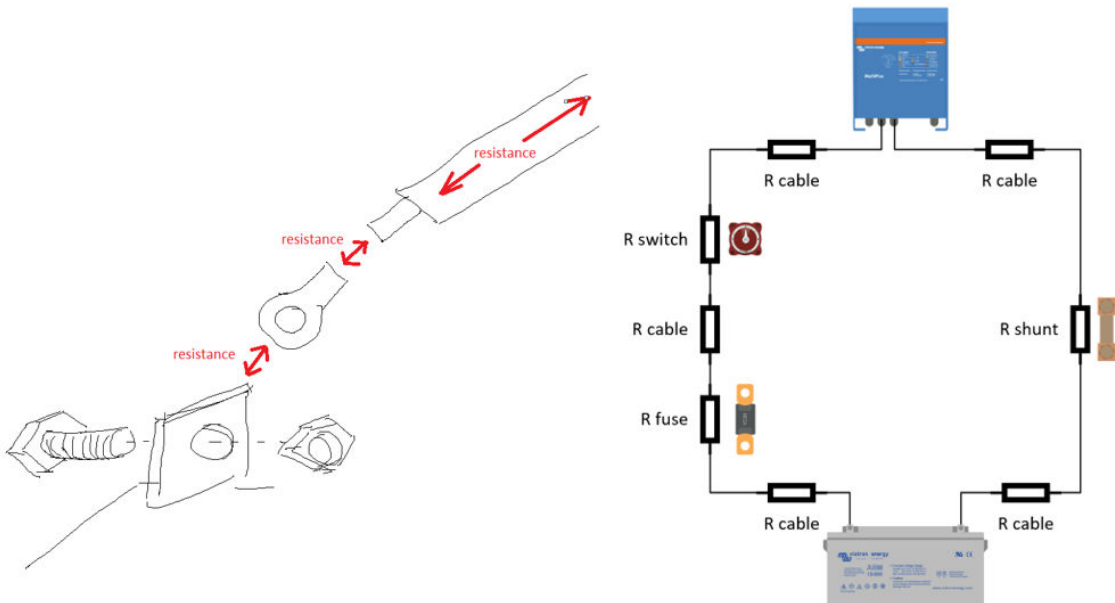
Ayrıca özellikle şunlara dikkat edin:

- Bağlantılarda gevşeklik.
- Kontaklarda kir veya aşınma.
- Kötü bağlanmış kablo pabuçları.

Her bağlantı yapıldığında veya akü ile invertör arasındaki yola bir şey yerleştirildiğinde elektrik devresine elektrik direnci eklenir.

Toplam dirence katkıda bulunabilecek olası öğelerin listesi:

- Her bir kablo bağlantısı: 0,06 mΩ.
- 500 A şant: 0,10 mΩ.
- 150 A sigorta: 0,35 mΩ.
- 2 metrelik 35 mm² kablo: 1,08 mΩ.



2.8. Kablo gerilim düşüşünün olumsuz etkileri

Artık gerilim düşüşünü önlemek amacıyla bir devredeki direnci düşük tutmak için ne yapmamız gerektiğini biliyoruz. Peki bir sistemde yüksek bir gerilim düşüşü varsa bunun olumsuz etkileri nelerdir?

Yüksek gerilim düşüşünün olumsuz etkileri şunlardır:

- Enerji kaybedilir ve sistem daha az verimli olur. Aküler daha hızlı boşalır.
- Sistem akımı artar. Bu durum DC sigortalarının atmasına yol açabilir.
- Yüksek sistem akımları, invertörde erken aşırı yüklenmelere yol açabilir.
- Şarj sırasında gerilim düşüşü, akülerin yetersiz şarj edilmesine neden olur.
- Invertör daha düşük bir akü gerilimi alır. Bu durum, potansiyel olarak düşük gerilim alarmlarını tetikleyebilir.
- Akü kabloları ısınır. Bu durum kablo yalıtımının erimesine veya kablo kanallarının ya da bağlı ekipmanın hasar görmesine neden olabilir. Uç durumlarda, kabloda ısınma yangına yol açabilir.
- Sisteme bağlı tüm ekipmanların kullanım ömrü kısalmır.

Gerilim kayıpları şu şekilde önlenir:

- Kabloları mümkün olduğunca kısa tutun.
- Yeterli kablo kalınlığına sahip kablolar kullanın.
- Sıkı bağlantılar yapın, ancak bağlantıların çok sıkı olmadığından emin olun. Kılavuzdaki tork önerilerine uyun.
- Tüm kontakların temiz olduğunu ve kontaklarda korozyon meydana gelmediğini kontrol edin.
- Kaliteli kablo pabuçları kullanın ve bunları uygun bir aletle takın.
- Kaliteli akü kesme anahtarları kullanın.
- Kablo hattı içindeki bağlantı sayısını azaltın.
- DC dağıtım noktaları veya baralar kullanın.
- Kablolama mevzuatına uyun.

Akü içeren bir elektrik tesisatını tamamladıktan sonra sistem gerilim düşüşünü ölçmek iyi bir uygulamadır. Gerilim düşüşünün genellikle yüksek akımlı olaylar sırasında meydana geldiğini unutmayın. Akım arttıkça gerilim düşüşü de artar. Bu durum, bir invertör maksimum yükte yüklendiğinde veya bir akü şarj cihazı tam akımla şarj olduğunda geçerlidir.

Örneğin, invertörlü bir sistemde gerilim düşüşü şu şekilde ölçülür:

- Invertöre maksimum güç yükleyin.
- Invertör bağlantısı ile akü kutbu arasındaki negatif kablo boyunca gerilimi ölçün.
- Aynı işlemi pozitif kablo için de tekrarlayın.



Akü çok uzakta veya farklı bir oda ya da muhafaza içinde olduğunda gerilim düşüşü şu şekilde ölçülür:

- Invertöre maksimum güç yükleyin.
- Invertör içinde bulunan DC bağlantılarındaki gerilimi ölçün.
- Akü kutuplarındaki gerilimi ölçün
- Bu değerleri karşılaştırın. İki ölçüm arasındaki fark, gerilim düşüşüdür.

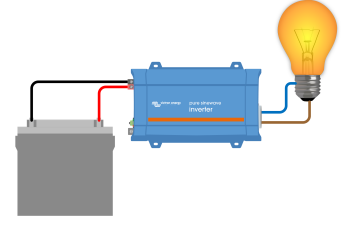


2.9. Dalgalı gerilim

Bir sistemdeki yüksek gerilim düşüşünün olumsuz etkilerinden biri dalgalanmadır.

Dalgalanma, invertörlü sistemlerde meydana gelir:

Dalgalanma, güç kaynağının akü (DC) ve yükün AC cihazı olduğu sistemlerde ortaya çıkar. Bu durum invertörlü sistemlerde her zaman geçerlidir. İnvörtör akülere bağlanır, ancak AC yüke güç verir.

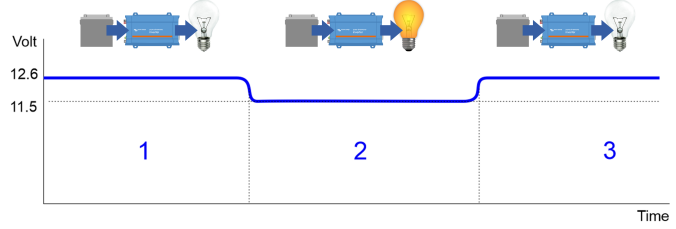


Dalgalanmanın arkasındaki mekanizma, gerilim düşüşüdür:

Dalgalanmaya neden olan mekanizma, sistem yük altındayken ve akü akımları yüksekken DC kabloları üzerindeki gerilim düşüşüyle doğrudan ilişkilidir. Yüksek akım, yüksek gerilim düşüşüne yol açar. Bu durum, özellikle ince kablolar kullanıldığında daha da abartılı hale gelir.

Özellikle çok küçük, çok eski veya hasarlı kurşun asit aküler kullanılıyorsa sistemin bütünündeki gerilim düşüşü daha da fazla olabilir. Gerilim düşüşü sadece kablolar üzerinde değil, aynı zamanda akünün kendi içinde de meydana gelir. Dalgalanma, bir invertörün büyük bir yüke güç verirken sistemin DC geriliminin düşmesinden kaynaklanır. Ancak yük kapatıldıktan sonra sistem gerilimi düzelir. Bu süreç aşağıdaki resimde gösterilmektedir.

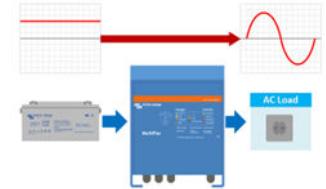
1. İnvörtörde ölçülen gerilim normaldir. Bu örnekte bu değer 12,6 V olarak görülmektedir.
2. Büyük bir yük açıldığında, akü gerilimi 11,5 V düzeyine düşer
3. Yük kapatıldığında, akü gerilimi genellikle 12,6 V düzeyine geri döner



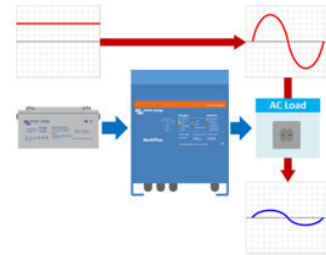
Dalgalanma nasıl oluşur?

Aşağıdaki adımlar dalgalanmanın nasıl oluştuğuna dair sırayı gösterir:

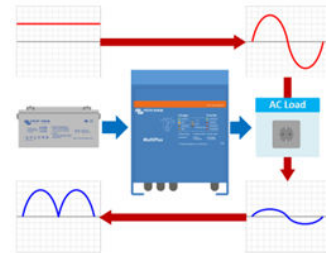
1. İnvörtör, DC gerilimini AC gerilimine dönüştürür.



2. Sürücüyeye bağlanan yük, invertörde AC akımı oluşturur.



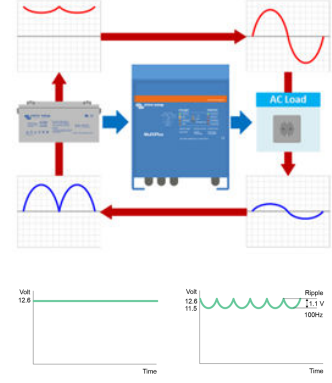
3. Bu AC akımı (invertör aracılığıyla) akü üzerinde dalgalı bir DC akımı oluşturur.



4. Bu dalgalanan DC akımının sonucu şöyledir:

- DC akımı tepe noktasına ulaştığında akü gerilimi düşer.
- DC akımı düştüğünde akü gerilimi normale döner
- DC akımı tepe noktasına ulaştığında akü gerilimi tekrar düşer.
- Süreç bu şekilde devam eder.

DC gerilimi inip çıkmaya devam eder ve artık sabit olmaz. Bunun yerine dalgalanır. Saniyede 100 kez inip çıkar (100 Hz). DC geriliminin dalgalanma miktarına dalgali gerilim denir.

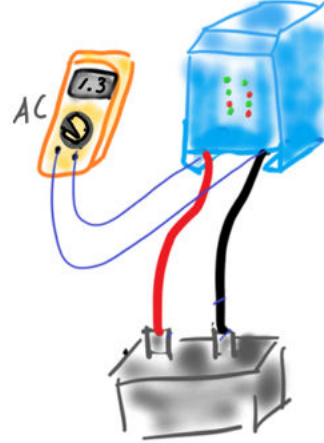
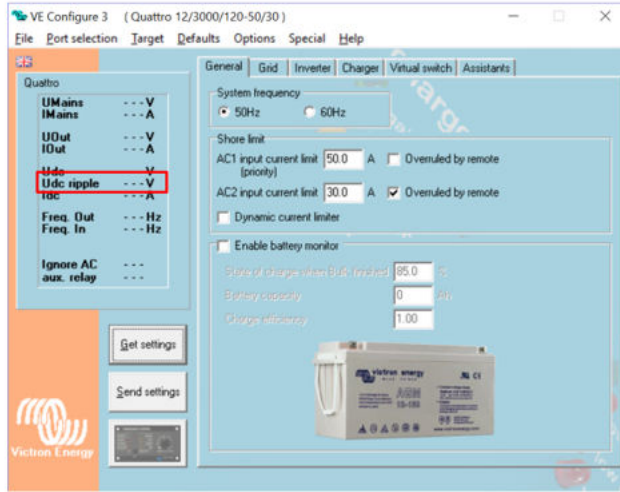


Dalgalanma şu şekilde ölçülür:

Dalgalanmayı ölçerken, bunun yalnızca sistemin tam yük altında olduğu zamanlarda meydana geldiğini unutmayın. Dalgalanma yalnızca invertör tam yüke güç verirken veya bir şarj cihazı yüksek akımda şarj olurken tespit edilebilir. Aynı durum gerilim düşüşünü ölçerken de geçerlidir.

Dalgalanma şu iki yöntemle ölçülebilir:

- Multimetre kullanın. Multimetre üzerinde AC modunu seçin. İnvörtörün DC bağlantılarının tamamında ölçüm yapın. DC geriliminin AC bileşenini ölçüyorsunuzdur. Bu AC gerilimi dalgali gerilimdir.
- VEConfigure kullanarak dalgalanmayı takip edin.



Dalgalanmanın olumsuz etkileri:

Ölçülebilir bir etki söz konusu olmadan az miktarda dalgalanma olabilir. Ancak, aşırı dalgalanma olumsuz bir etkiye sahip olabilir.

Aşırı dalgalanmanın olumsuz etkisi:

- İnvörtörün kullanım ömrü kısalmır. İnvörtördeki kapasitörler dalgalanmayı mümkün olduğunca düzeltirmeye çalışır ve sonuç olarak kapasitörler daha hızlı eskir.
- Sistemdeki diğer DC ekipmanlarının da ömrü kısalmır. Onlar da invertörlerle aynı şekilde dalgalanmadan olumsuz etkilenir.
- Aküler erken eskir. Her dalgalanma akü için mini bir döngü işlevi görür ve akü döngülerinin sayısındaki artış nedeniyle akü ömrü kısalmır.
- Şarj sırasındaki dalgalanma şarj gücünü azaltır. Akülerin şarj olması daha uzun sürer.

Dalgalanma alarmları:

İnvertörler veya invertör/şarj cihazları dahili dalgalanma alarmına sahiptir. İki dalgalanma alarm seviyesi vardır:

- **Dalgalanma ön alarmı:** Hem aşırı yük hem de düşük akü LED'leri yanıp söner ve ünite 20 dakika sonra kapanır.
- **Tam dalgalanma alarmı:** Hem aşırı yük hem de düşük akü LED'leri yanar ve ünite kapanır.

Bunlar, farklı DC gerilimlerdeki invertör/şarj cihazı modelleri ve gerilimden bağımsız olarak MultiPlus Compact için dalgalanma alarm seviyeleridir:

Sistem voltajı	Dalgalanma ön alarmı (20 dakika) *	Dalgalanma tam alarmı (3 sn) *	Şarj düzenlemesi
12 V	1,50 V	2.50	1.4
24 V	2,25 V	3.75	2.1
48 V	3,00 V	5.00	2.8
Yalnızca MultiPlus Compact (DC geriliminden bağımsız olarak)	1,50 V	2,5 V	0,8 V

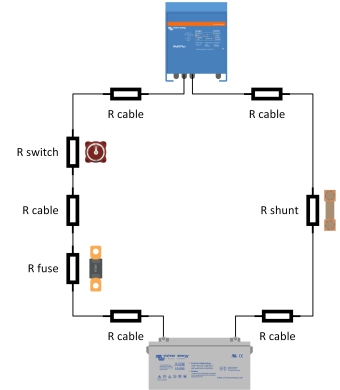
*) Tüm gerilimler RMS gerilimleridir.

Dalgalanma şu şekilde düzeltilir:

Dalgalanma yalnızca sistemde gerilim düşüşü olduğunda meydana gelir. Dalgalı gerilim sorunlarını gidermek için gerilim düşüşünü azaltmanız gerekir. Bu da, aküden invertöre ve tekrar aküye giden yoldaki direnci azaltmanız gerektiği anlamına gelir. Daha fazla bilgi edinmek için [Akım, kablo direnci ve gerilim düşüşü \[8\]](#) bölümüne bakın.

Bir sistemdeki yüksek dalgalanmayı düzeltmek için şu işlemleri yapın:

- Uzun akü kablolarını azaltın
- Daha kalın kablolar kullanın.
- Bağlantı için sigortaları, şantları ve akü izolasyon anahtarlarını kontrol edin.
- Sigortaların, şantların ve akü izolasyon anahtarlarının özelliklerini kontrol edin.
- Gevşek terminallerin ve gevşek kablo bağlantılarının olup olmadığını kontrol edin.
- Kirlili veya aşınmış bağlantıların olup olmadığını kontrol edin.
- Akülerin bozulmuş, eski veya çok küçük olup olmadığını kontrol edin.
- Her zaman kaliteli sistem bileşenleri kullanın.



3. Akü grubunun kablo bağlantılarının yapılması

Tüm Victron sistemlerinin kalbinde akü bulunur. Bu, tek bir akü veya birbirine bağlı çok sayıda akü olabilir.



DİKKAT: Akü terminalleri yalıtımlı değildir. Kısa devre veya elektrik çarpmasını önlemek için yalıtımlı aletler kullanın ve metal takılar takmayın.

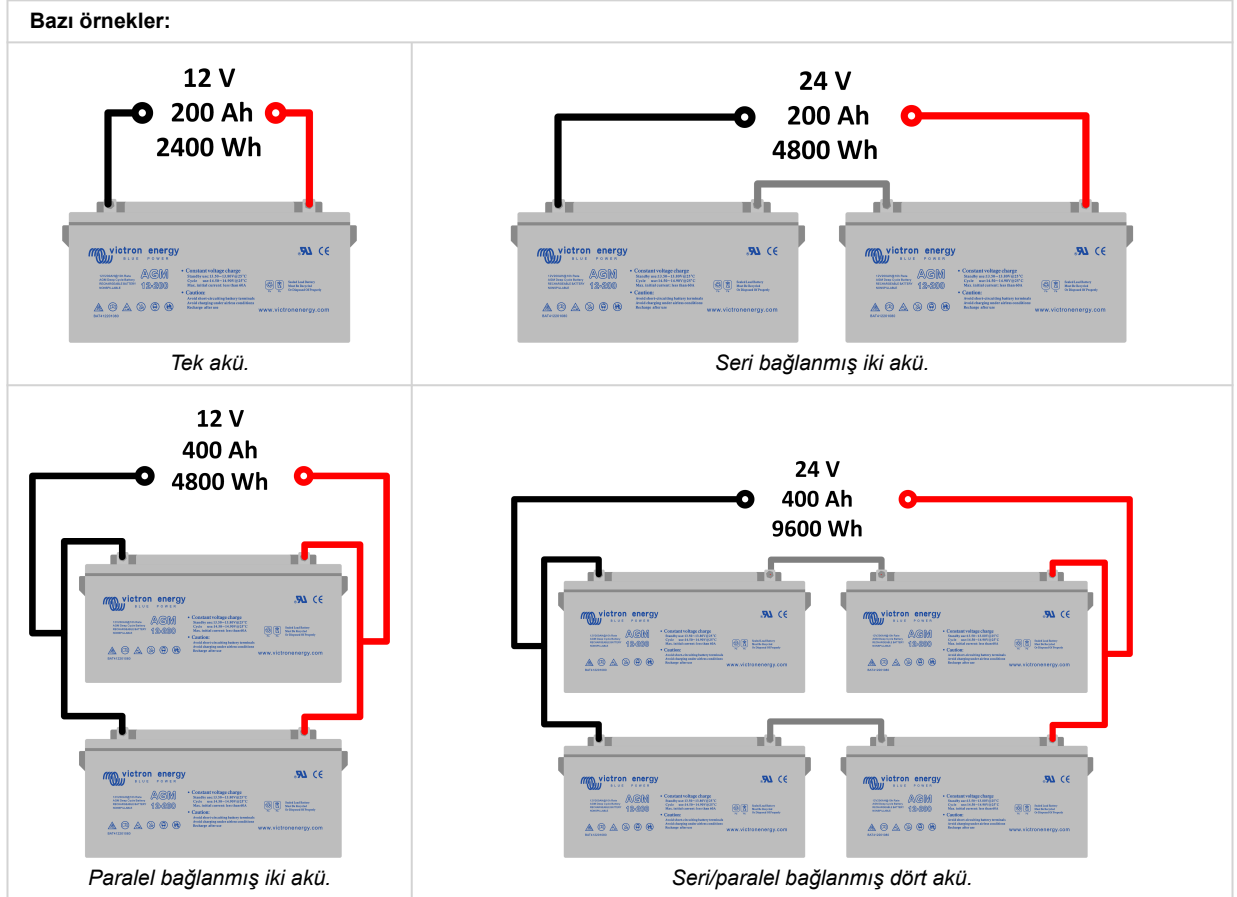
3.1. Akü grubu

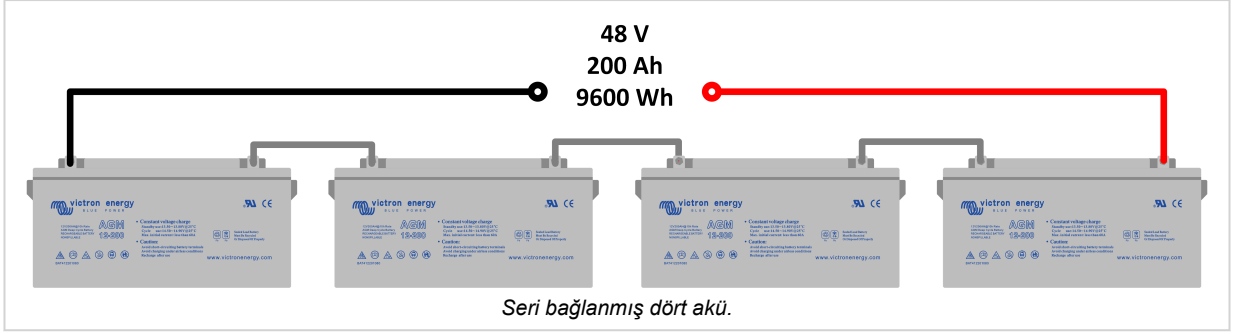
Akü gerilimini artırmak ya da akü kapasitesini veya her ikisini de artırmak için aküler birbirine bağlanır. Birbirine bağlı birden fazla aküye akü grubu adı verilir.

Akü grupları için aşağıdaki ilkeler geçerlidir:

- Aküler seri bağlandığında gerilim artar.
- Aküler paralel bağlandığında kapasite artar.
- Aküler seri/paralel bağlandığında hem gerilim hem de kapasite artar.

Bazı örnekler:





3.2. Büyük akü grupları

Büyük bir akü grubuna ihtiyaç duyulması halinde, akü grubunu çok sayıda seri/paralel 12 V kurşun asit aküden oluşturmanızı önermeyiz. Maksimum değer yaklaşık 3 (veya 4) paralel dizidir. Bunun nedeni, bunun gibi büyük bir akü grubunda dengeli bir akü grubu oluşturmanın zor olmasıdır. Büyük bir seri/paralel bağlı akü grubunda, kablolama farklılıkları ve akü iç direncindeki küçük farklılıklar nedeniyle dengesizlik oluşur.

2 V kurşun asit aküler veya lityum aküler içeren büyük akü grubu örnekleri:

2 V kurşun asit aküler:

2 V OPzV veya OPzS aküler çeşitli büyük kapasitelerde mevcuttur. Tek yapmanız gereken istediğiniz kapasiteyi seçmek ve bunları seri olarak bağlamaktır. Bu ürünler, tam olarak bu amaç için özel bağlantı elemanlarıyla birlikte tedarik edilir.



2 V OPzV kurşun asit aküler ve bağlantı elemanları.



Victron Energy lityum Battery Smart:

Lityum Battery Smart akülerde dahili hücre dengeleme ve harici akü yönetim sistemi (BMS) bulunur.



Lithium Battery Smart 12,8 V ve 25,6 V



Smart Lithium aküler:

Hücre dengeleme ve dahili veya harici akü yönetim sistemine (BMS) sahiptir. Her akü birbirine iletişim kurma özelliğine sahiptir, ancak aynı zamanda izleme cihazıyla da iletişim kurabilir. Victron'un durumunda bu bir GX cihazıdır. Aküler, tüm akü grubu için toplam bir şarj durumu değeri oluşturur ve bunu GX cihazına gönderir. Hangi markaların Victron ile çalışabileceği ve bunların nasıl kurulacağı hakkında daha fazla bilgi için şu bağlantıya göz atın: https://www.victronenergy.com/live/battery_compatibility:start.

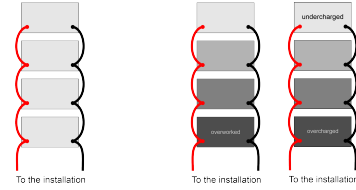


Diğer akü kimyasal yapıları:

Akış aküleri ve diğer kimyasallar. Bunlar genellikle 48 V olarak mevcuttur. Birden fazla akü sorunsuzca paralel bağlanabilir. Her akünün kendi akü yönetim sistemi vardır. Birlikte tüm akü grubu için toplam şarj durumu değeri üretirler. Sistemde GX izleme cihazının olması gereklidir. Hangi markaların Victron ile çalışabileceği ve bunların nasıl kurulacağı hakkında daha fazla bilgi için şu bağlantıya göz atın: https://www.victronenergy.com/live/battery_compatibility:start.

**3.3. Paralel akü grubunun kablo bağlantılarının yapılması****Akü grubu kablo bağlantısıyla ilgili önemli konular**

Bir akü grubunun sisteme nasıl bağlandığı önemlidir. Bir akü grubunu bağlarken hata yapma olasılığı yüksektir. En yaygın hatalardan biri, tüm aküleri birbirine paralel hale getirmek ve ardından paralel akü grubunun bir tarafını elektrik tesisatına bağlamaktır. Bkz. sağdaki resim.

**Bir yük bağlandığında ne olur?**

En alttaki aküden gelen güç akışı yalnızca ana bağlantı uçlarından geçer. Buna karşılık, sonraki akülerden gelen güç, bir sonraki aküye ulaşmak için ana bağlantıdan ve ek ara bağlantı kablolarından geçmek zorundadır. Akü sayısı arttıkça, ara bağlantı kablolarının sayısı da artar. Bu da, alttaki aküye kıyasla üstteki aküden elde edilebilen akımın azalmasına yol açar.

Akü grubu şarj edilirse ne olur?

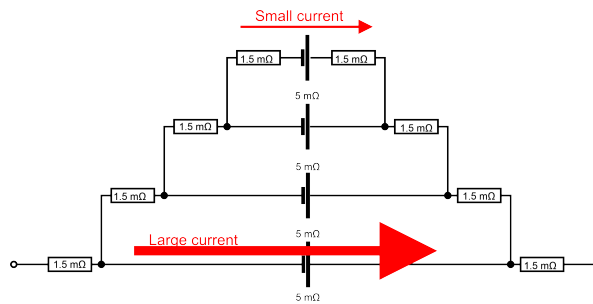
Alttaaki akü üstteki aküden daha yüksek bir akımla şarj edilir. Üstteki akü alttaaki aküden daha düşük bir gerilimle şarj edilir. Bunun sonucunda, alttaaki akü daha fazla çalışır, daha fazla deşarj olur ve daha fazla şarj olur. Alttaaki akü erken arızalanır.

Akü grupları bağlanırken kablo direnci neden önemlidir?

Kablonun bir direnç olduğunu unutmayın. Kablo ne kadar uzun olursa direnç de o kadar yüksek olur. Kablo pabuçları ve akü bağlantıları da bu dirence katkıda bulunur.

Bunun bir göstergesi olarak, kablo pabuçları takılı halde 20 cm boyunda 35 m²lik bir kablonun toplam direnci yaklaşık 1,5 mΩ olur. 1,5 mΩ değerinin çok fazla olmadığını düşünebilirsiniz, ancak akünün iç direncinin de düşük olduğunu unutmayın. Dolayısıyla, bu değer çok önemlidir! Bir akünün iç direnci tipik olarak 10 ile 3 mΩ arasında olur.

Yanlış bağlanmış bir akü grubunun elektrik şeması şöyle görünür:

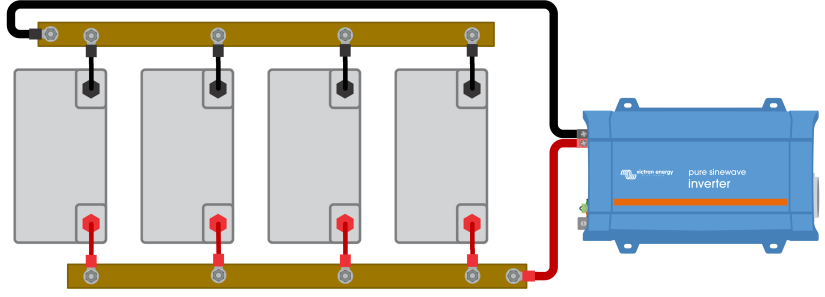


Akım her zaman en az dirençli yolu seçer. Bu nedenle akımın çoğu alttaaki aküden geçer. Ve sadece küçük bir miktar akım üst aküden geçer.

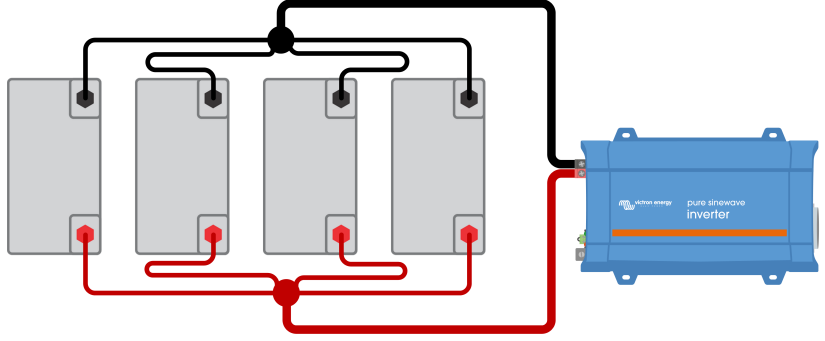
Birden fazla aküyü paralel bağlamanın doğru yolu, her bir aküye giren ve çıkan akımın toplam yolunun eşit olmasını sağlamaktır.

Paralel bir akü grubunu doğru şekilde bağlamanın dört yolu vardır:

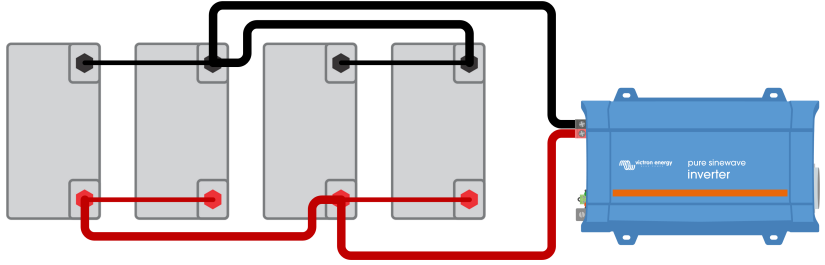
- Bara kullanmak.



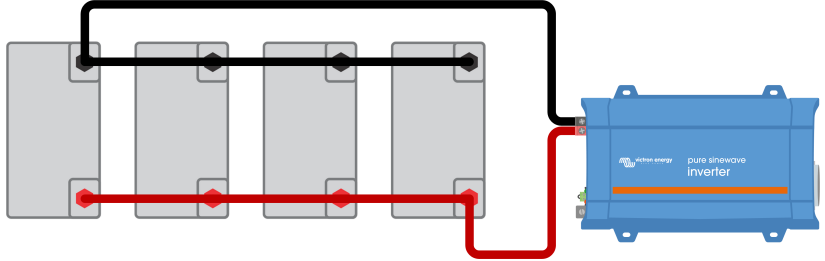
- Pozitif ve negatif kutuplar kullanarak kutuplar kullanarak bağlamak. Her bir kutuptan her bir aküye eşit kablo uzunluğu sağlamak.



- Yarıya kadar bağlamak. Tüm kabloların aynı kalınlıkta olduğundan emin olmak.



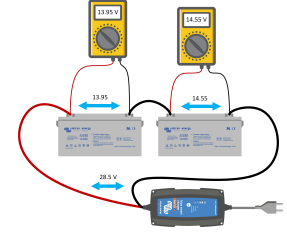
- Çapraz olarak bağlamak. Aküyü bu şekilde bağlamak basit ve etkili olsa da bunun kusursuz bir yöntem olmadığını unutmayın. Aynı ayrı akü akımlarında hâlâ küçük farklılıklar olabilir.

**3.4. Kurşun-asit akü grubu dengeleme**

24 veya 48 V gibi daha yüksek gerilimli bir kurşun-asit akü grubu oluştururken birden fazla 12 V aküyü seri olarak bağlamanız gerekir. Ancak aküleri seri bağlamakla ilgili bir sorun vardır: akülerin elektriksel olarak aynı olmaması. İç dirençlerinde küçük farklılıklar vardır. Dolayısıyla, bir dizi akü seri olarak şarj edildiğinde, dirençteki bu farklılık her bir akünün terminal gerilimlerinde farklılığa yol açar. Gerilimleri "dengesiz" hale gelir. Bu "dengesizlik" zamanla artar ve akülerden biri sürekli olarak aşırı şarj edilirken diğer akü sürekli olarak düşük şarj edilmesine yol açar. Bu da seri bağlı akülerden birinin erken arızalanmasıyla sonuçlanır.

Bir akü grubunun dengeli olup olmadığı şu şekilde kontrol edilir:

- Akü grubunu şarj edin.
- Toplu şarj aşamasının sonuna doğru ölçüm yapın. Bu, şarj cihazının tam akımda şarj olduğu zamandır.
- Akülerden birinin tek başına gerilimini ölçün.
- Diğer akünün tek başına gerilimini ölçün.
- Bu gerilim değerlerini karşılaştırın.
- Bu gerilimler arasında gözle görülür bir fark varsa akü grubu dengesiz demektir.

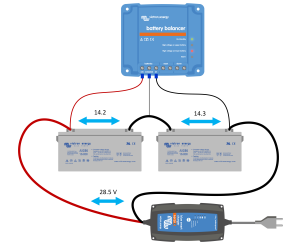


İlk kurulumda akü dengesizliği şu şekilde önlenir:

Başlangıçtaki akü dengesizliğini önlemek için her bir aküyü seri (ve/veya paralel) bağlamadan önce tamamen şarj ettiğinizden emin olun. Zamanla aküler eskidikçe oluşabilecek dengesizliği önlemek için Akü Dengeleyici kullanın. Akü dengeleyici, sağdaki resimde gösterildiği gibi bir sisteme bağlanır. Bu sistem, akü grubu gerilimini ve ayrıca tek tek akü gerilimlerini ölçer.

Akü Dengeleyici şu şekilde çalışır:

- Akü dengeleyici, akü grubu şarj edilir edilmez ve şarj gerilimi 27,3 V üzerine ulaştığında devreye girer.
- O anda akü dengeleyici her iki akünün gerilimlerini ölçmeye ve karşılaştırmaya başlar.
- İki akü arasında 0,1 V üzerinde gerilim farkı tespit eder etmez uyarı ışığı yakar ve iki aküyü dengelemeye başlar.
- Bunu, her iki akü gerilimi eşitlenene kadar bu aküden 0,7 A düzeyine kadar bir akım çekme yoluyla daha yüksek olan aküyü boşaltarak yapar.



Akü dengeleme gerekli etkiyi yaratmazsa ve gerilim farkı 0,2 V düzeyinin üstünde olursa akü dengesizliği akü dengelemenin düzeltebileceğinden daha büyüktür. Bu, büyük olasılıkla akülerden birinde bir arıza olduğunun göstergesidir ve Akü Dengeleyici bir alarm çalıp alarm rölesini etkinleştirir.

24 V sistem için tek bir akü dengeleyici gereklidir. 48 V sistem için ise her akü arasında bir tane olmak üzere üç akü dengeleyici gereklidir.

Daha fazla bilgi için Akü Dengeleyicinin ürün bilgileri sayfasına bakın: <https://www.victronenergy.com.tr/batteries/battery-balancer>

3.5. Akü grubu orta noktası

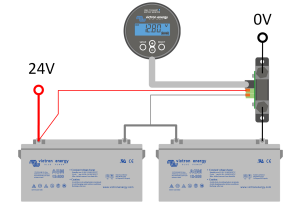
Akü dengesizliği, akü grubunun orta nokta gerilimine bakılarak tespit edilebilir. Orta nokta geriliminin izlenmesi, bu değer belirli bir değerin ötesine saptığında alarm oluşturmak için kullanılabilir.

Hem akü dengeleyici hem de akü monitörü orta nokta alarmı oluşturabilir.

BMV 702, BMV 712 ve SmartShunt akü monitörlerinin tümünde orta nokta izleme için kullanılabilir ikinci bir gerilim girişi vardır. Bu giriş, akü grubunun orta noktasına bağlanabilir. Akü monitörü iki gerilim arasındaki farkı miktar veya yüzde olarak gösterir. Daha fazla bilgi için akü monitörü ürün sayfasına bakın: <https://www.victronenergy.com.tr/battery-monitors>

Orta nokta alarmı aşağıdakileri ifade ediyordur olabilir:

- Açık hücre veya kısa devre yapmış hücre gibi bir nedenle tek bir akü arızalanmıştır.
- Bir veya birden fazla akü, sülfatlaşma veya aktif malzemenin dökülmesi nedeniyle kullanım ömrünün sonuna ulaşmıştır.
- Dengeleme gereklidir (sadece ıslak hücreler için).



Bir seri/paralel akü grubunda her bir paralel seri dizinin orta noktalarını bağlamak kullanışlı olabilir. Bunu yapmanın nedeni, akü grubu içindeki dengesizliği ortadan kaldırmaktır.

Orta noktalar şu şekilde bağlanır:

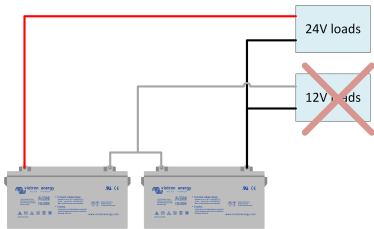
<ul style="list-style-type: none"> Aküler sağdaki resimde gösterildiği gibi seri/paralel bağlarsanız her bir seri dizisi için ayrı gerilimlerin değişeceğini ve aynı zamanda dizi içinde de değişeceğini görürsünüz. 	
<ul style="list-style-type: none"> Öncelikle, ortak bir negatif ve pozitif bağlantı noktası veya bara kullanarak her bir dizinin aynı gerilimlere sahip olduğundan emin olun. 	
<ul style="list-style-type: none"> Her bir dizi gerilimi eşit olduğunda, orta noktalar bağlanabilir. Orta nokta kablolarının aküler arasındaki tam akımı taşıyabildiğinden emin olun. 	
<ul style="list-style-type: none"> Akü grubunun orta noktası bağlandıktan sonra 3 akü dengeleyici (her dizi için bir adet) kullanmak yerine bir akü dengeleyici kullanılabilir. Ayrıca, tüm akü grubunun orta noktasının izlenmesi için tek bir BMV kullanılabilir. 	

Yükleri akünün orta noktasına bağlamayın:

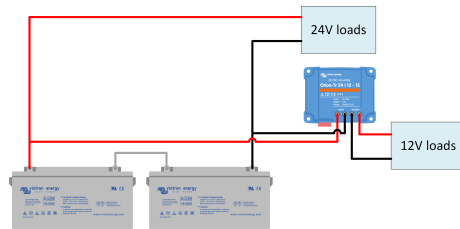
Daha düşük gerilim gerektiren yükleri çalıştırmak için yüklerin akü grubunun orta noktasına bağlanması önerilmez. Aksi takdirde, akü grubunda büyük bir dengesizlik meydana gelir. Bu dengesizlik, akü dengeleyicinin potansiyel olarak düzeltebileceğinden çok daha büyüktür (0,7 A düzeyinin üstünde) ve daha düşük gerilimi sağlamak için kullanılan akü, zamanından önce arızalanacaktır.

Akü grubunun orta noktaları yalnızca dengeleme ve/veya izleme amaçlı kullanılabilir.

Şu işlemi yapmayın:



Bunun yerine Orion DC-DC dönüştürücü kullanın:

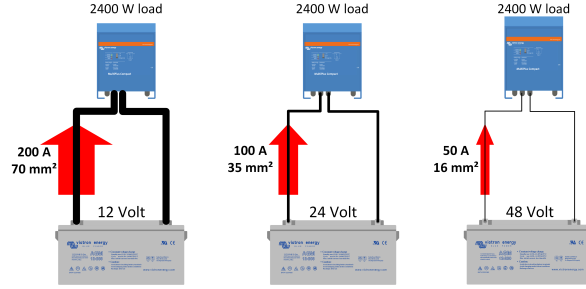


4. DC kablo bağlantısı

Bir sistemde doğru kablo kalınlığının kullanılması önemlidir. Bu bölümde bunun nedeni açıklanır ve sistemin DC kablolanması tasarlanırken nelere dikkat edilmesi gerektiğine dair diğer yararlı bilgiler yer alır.

4.1. Kablo seçimi

Doğru kablo ancak sistemdeki akımlar bilindiğinde seçilebilir. Akımın nasıl hesaplanacağını öğrenmek için [Akım, kablo direnci ve gerilim düşüşü \[8\]](#) bölümüne bakın.



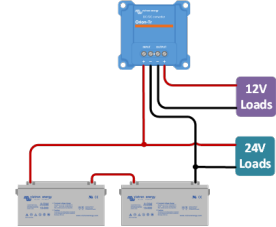
Aşağıdaki listede, kablo uzunluğunun 5 metreden az olması koşuluyla, bu akımlara hangi kablo boyutunun karşılık geldiğine dair bir örnek göstermektedir.

Sistem gerilimi başına tercih edilen üst invertör güç sınırları şunlardır:

- **12V:** maksimum 3000 VA.
- **24V:** maksimum 5000 VA.
- **48V:** 5000 VA ve üstü.

Çok kalın kablolar kullanmaktan kaçınmak için göz önünde bulundurmanız gereken ilk şey, sistem gerilimini artırmaktır. Sistemde büyük bir invertörün olması, büyük DC akımlarına yol açar. DC sistem gerilimi artırılırsa DC akımı düşer ve kablolar daha ince olabilir.

Sistem gerilimini artırmak istiyorsanız ancak yalnızca 12 V ile başa çıkabilecek DC yükleri veya DC şarj kaynakları varsa sistemin tamamı için düşük bir gerilim seçmek yerine DC-DC dönüştürücüleri kullanmayı değerlendirebilirsiniz.

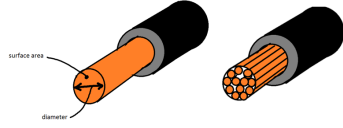


Daha önce de açıklandığı gibi, her zaman doğru kablo kalınlığını kullanmak çok önemlidir. Doğru kablo kalınlığını ürün kılavuzunda bulabilirsiniz. Çok ince bir kablo kullanmak sistem performansı üzerinde doğrudan olumsuz bir etkiye sahiptir. Genel olarak, kablo damar kalınlığı mm² cinsinden belirtilir. Bu değer, kablo damarının yüzey alanını belirtir. Ancak AWG (American Wire gauge) gibi başka ek gösterimler de kullanılır. AWG'den metriğe dönüştürme tablosu için lütfen bu bölümün sonuna bakın.

- Çok damarlı bir kablunun damar çapını bulmak için kablo yalıtımına bakın. Kablo üzerinde kablo damar kalınlığını gösteren işaretler olacaktır.



Bazı kabloların çok kalın yalıtıma sahip olabileceğini ve olduklarından daha kalın görünebileceklerini unutmayın. Kablo işaretine veya teknik özelliklerine bakarak gerçek damar çapını öğrenin veya alternatif olarak fiziksel kontrol yapın. Kablo yalıtkanını biraz sıyırıp kablunun bakır damarına bakarak damarın çapını tahmin edin. Tek telli bir kabloda, kablo çekirdeğinin çapını ölçerek yüzey alanını hesaplayabilirsiniz, ancak çok telli bir kabloda bu yöntem o kadar kesin değildir. (Lütfen tek damarlı kabloların kullanılmasını önermediğimizi aklınızda bulundurun).



$$\text{Surface area} = \pi \times \text{radius}^2$$

$$\text{Surface area} = \pi \times (\text{diameter}/2)^2$$

$$A = \pi \times (d/2)^2$$

Yeterince kalın bir kablo bulamazsanız kabloyu ikiye katlayın. Çok kalın bir kablo yerine bağlantı başına iki kablo kullanın. Ancak bunu yaparsanız her zaman her iki kablunun birleşik yüzey alanının önerilen yüzey alanına eşit olduğundan emin olun. Örneğin, 2 x 35 mm² kablo bir adet 70 mm² kabloya eşittir. Daha büyük Victron invertör/şarj cihazları, özellikle bu amaçla iki pozitif ve iki negatif akü bağlantısına sahiptir.

Kablo seçiminde kaçınmanız gereken hatalar şunlardır:

- Kaba damarlı kablolar kullanmayın.
- Esnek olmayan kablolar kullanmayın.
- AC kabloları kullanmayın.
- Deniz ortamı veya nemli ortamlar için "deniz tipi kablolar" kullanın. Bunlar kalay kaplı bakır damarlı kablolardır.



Soldan sağa: esnek olmayan kablo, kaba damarlı kablo, ince damarlı doğru kablo, kalay kaplı damarlı doğru deniz tipi kablo.

Kablo kalınlığını hesaplamak zor olabilir. Doğru kablo kalınlığını seçmenize yardımcı olacak yöntemler vardır:

- Ürün kılavuzuna bakın.
- Victron toolkit uygulaması.
- Genel kural.
- Önerilen akü kabloları tablosu.

Ürün kılavuzları:

Tüm kılavuzlarımızda ürün için kullanılması gereken DC akü kablosu boyutu (ve sigorta boyutu) önerilir.

Victron toolkit uygulaması:

Victron uygulaması kablo boyutunu ve gerilim düşüşünü hesaplamaya yardımcı olur. Uygulama şuradan ücretsiz olarak indirilebilir: <https://www.victronenergy.com.tr/support-and-downloads/software#victron-toolkit-app>

Aşağıdaki parametreleri girebilirsiniz:

- Gerilim.
- Kablo uzunluğu.
- Akım.
- Kablo kesiti.

Parametreler girildikten sonra, uygulama her iki kablo üzerindeki gerilim düşüşünü hesaplar. %2,5'in altında bir gerilim düşüşü hedeflemeniz gerekir.



Önerilen akü kabloları tablosu:

Aşağıdaki tabloda, gerilim düşüşünün 0,259 Volt olduğu bir dizi standart kablo için maksimum akım gösterilmektedir. Bu tabloda toplam kablo uzunluğu kullanılır. Bu değer, pozitif kablonun uzunluğu artı negatif kablonun uzunluğu kadardır. Kontaklar üzerindeki kayıpların dahil edilmediğini unutmayın.

Kablo çapı (mm)	Kablo kesiti (mm ²)	5 metreye kadar kablo toplam uzunluğu için maksimum akım (A)	10 metreye kadar kablo toplam uzunluğu için maksimum akım (A)	15 metreye kadar kablo toplam uzunluğu için maksimum akım (A)	20 metreye kadar kablo toplam uzunluğu için maksimum akım (A)
0.98	0.75	2.3	1.1	0.8	0.6
1.38	1.5	4.5	2.3	1.5	1.1
1.78	2.5	7.5	3.8	2.5	1.9
2.26	4	12	6	4	3
2.76	6	18	9	6	5
3.57	10	30	15	10	8
4.51	16	48	24	16	12
5.64	25	75	38	25	19
6.68	35	105	53	35	26
7.98	50	150	75	50	38
9.44	70	210	105	70	53
11.00	95	285	143	95	71
12.36	120	360	180	120	90

Genel kural:

Hızlı ve genel bir hesaplama için 5 metreye kadar olan kablolarda bu formülü kullanın:

$$\text{Current} / 3 = \text{cable size in mm}^2$$

Örnek: akım 200 A ise kablonun şu şekilde olması gerekir: $200/3 = 66 \text{ mm}^2$

AWG-metrik dönüşüm tablosu

Bu tabloda, AWG 10'a kadar olan kablolar için dönüşümler ve direnç gösterilmektedir. Tablonun tamamı için (AWG 40'a kadar) şu bağlantıya bakın: <https://www.victronenergy.com.tr/upload/documents/AWG%20to%20Metric%20Conversion%20Chart.pdf>

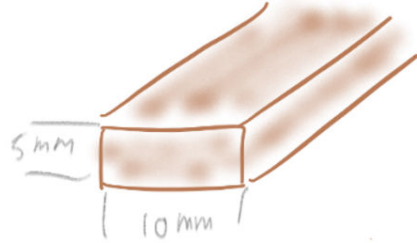
AWG	Çap (inç)	Çap (mm)	Yüzey alanı (mm ²)	Direnç (ohm/m)
4/0 = 0000	0.460	11.7	107	0.000161
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0	0.000203
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4	0.000256
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5	0.000323
1	0.289	7.35	42.4	0.000407
2	0.258	6.54	33.6	0.000513
3	0.229	5.83	26.7	0.000647
4	0.204	5.19	21.1	0.000815
5	0.182	4.62	16.8	0.00103
6	0.162	4.11	13.3	0.00130
7	0.144	3.66	10.5	0.00163
8	0.128	3.26	8.36	0.00206
9	0.114	2.91	6.63	0.00260
10	0.102	2.59	5.26	0.00328

4.2. Baralar

Baralar kablo gibidir. Tek farkları, sert metal birer çubuk olmalarıdır. Bakır veya kalaylı bakırdan üretilirler. Büyük akımların geçtiği büyük sistemlerde kullanılırlar. Aküler ve birden fazla invertör arasında ortak bir pozitif ve ortak bir negatif nokta sağlarlar. Baralar ayrıca daha küçük sistemlerde, özellikle çok sayıda DC ekipmanı olduğunda kullanılır. Bu durumda bir bara, birbirinden farklı tüm DC kablolarının bağlanması için iyi bir konum sağlar.

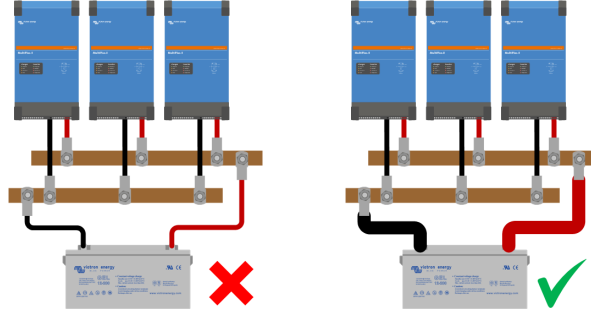
Bara kalınlığını hesaplamak için önerilen kablo yüzey alanını kullanın ve bunu bara kesit alanına uygulayın.

$$\text{surface area} = \text{width} \times \text{depth}$$

**Örnek:**

- 10 mm x 5 mm'lik bir bara.
- Yüzey alanı kesiti $5 \times 10 = 50 \text{ mm}^2$ olur.
- Bu değer, 5 metreye kadar olan uzunluklarda 150 A için uygun olmalıdır.

Sistemin kablolamasını yaparken aküler ile DC dağıtım noktası arasındaki bağlantının çapraz kesiti, en az, bağlantı noktası ile DC ekipmanı arasındaki bağlantılarının gerekli çapraz kesitlerinin toplamına eşittir. Bunun örnekleri için aşağıdaki resme bakın.



DİKKAT: Baralar yalıtımlı olmaz. Kısa devre veya elektrik çarpmasını önlemek için yalıtımlı aletler kullanın ve metal takılar takmayın.

Baraları kullanırken, özellikle bara açıktaysa, çoğu durumda baranın üzerinin kapatılması gerekir. Bunun nedeni, insanların baraya dokunmasını önlemek veya metal bir nesnenin kazara pozitif ve negatif baraların üzerinden düşmesi sonucunda her iki barayı da kısa devre yapmasını önlemektir. Bunu yapmanın kolay bir yolu, baranın önüne veya üzerine bir Perspex levha monte etmektir. Bkz. sağdaki resim.



Baraları kendiniz kolayca yapabilirsiniz. Sadece elektrik kablolarının bağlanabilmesi için delikler açtığınız bakır veya pirinç bir çubuğa ihtiyacınız vardır. Deniz uygulamaları için kalaylı bakır veya pirinç kullanın. Baralar elektrik malzemesi toptancılarından veya metal tedarikçilerinden satın alınabilir.



Victron'un bara içeren çok sayıda ürünü vardır. Bunlar DC dağıtım sistemleri ve sigortalar ürün sayfamızda da bulunabilir. Ürün bilgisinin tamamı için şu sayfayı ziyaret edin: <https://www.victronenergy.com.tr/dc-distribution-systems>.

Victron baralarına genel bakış:

150, 250 ve 600 A değerinde, çeşitli bağlantı seçeneklerine sahip, kapaklı ve kapaksız baralar (250 A 6p modeli solda görülmektedir).



250 A baralı MEGA sigortalar için 6 yollu sigorta tutucu.



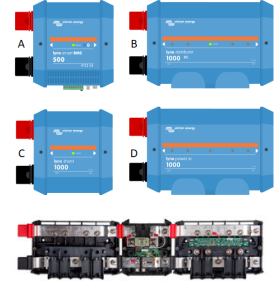
Modüler MEGA sigorta tutucular:

- 5 konumlu bara, 500 A dereceli.
- 6 konumlu bara. 1500 A (soldaki resimde görülmektedir).



Lynx dağıtım sistemi, 12, 24 veya 48 V sistemler için sürekli bir bara oluşturmak üzere birbirine bağlanabilen ayrı modüllerden oluşur:

- Lynx Smart BMS - Akıllı lityum akülerimiz için akü monitörü ve Bluetooth özellikli BMS. Lynx distribütör sigorta bilgilerini okumak ve bir GX cihazı ile iletişim kurmak için VE.Can iletişimini kullanır. 500 A derecelidir.
- Lynx dağıtıcı - dört adede kadar DC yükü veya aküyü ve bunların sigortaları ile ve her sigortanın gösterge ışığını bağlamak için. (katları bağlanabilir). 1000 A derecelidir.
- Lynx şant - Akü monitörü ve ana sigorta tutucusudur. GX cihazı ile iletişim kurmak ve akü monitörünü okumak için VE.Can kullanır. 1000 A derecelidir.
- Lynx Güç girişi - aküleri bağlamak içindir (Lynx dağıtıcı da kullanılabilir). 1000 A derecelidir.



4.3. Kablo bağlantıları

Kablolari akülere, Victron ürünlerine ve bir elektrik sistemindeki diğer bileşenlere bağlamanın çeşitli yolları vardır.

Cıvatalar, somunlar, vidalar ve delikli pabuç terminalleri

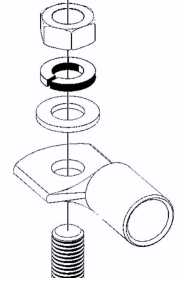
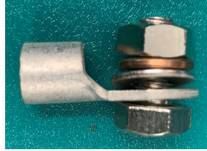
Victron ürünlerindeki cıvataların yaygın boyutları; M5, M6, M8 ve M10 gibi metrik boyutlardır.

Elektrik uygulamalarına yönelik cıvatalar genellikle kalaylı pirinçten üretilir. Hasarı önlemek için sıkarken her zaman üreticinin belirttiği tork değerini uygulayın. Aşırı sıkma; cıvata veya somunda bozulmaya yol açabilir. Net tork değeri için ürün belgelerine bakın.

Delikli pabuçlar kabloları cıvatalara bağlamak için kullanılır ve kablonun kalınlığına uygun olmalıdır. Pabuçu kabloya sabitlemek için özel bir sıkma aleti kullanın. Pabuç yalıtımlı değilse daha sonra yalıtım eklendiğinden emin olun.

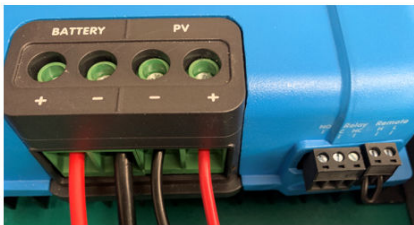
Kablo deliğini cıvataya bağlarken bileşenleri şu sırayla düzenleyin: rondela, yaylı halka ve ardından somun. Pabuçun montaj yüzeyi ile aynı hizada olduğundan emin olun. Bağlantının akım taşıma kapasitesini azaltabileceğinden, pabuç ile yüzey arasına pul veya sigorta gibi herhangi bir şey yerleştirmekten kaçının.

Somunu sıkarken yalıtımlı aletler kullanın. Aküde istem dışı meydana gelen bir kısa devre çok tehlikeli olabilir ve akımlar yalıtımsız anahtarınızı eritebilir veya kıvılcım, akü patlamasına yol açabilir.



Vidalı konektörler

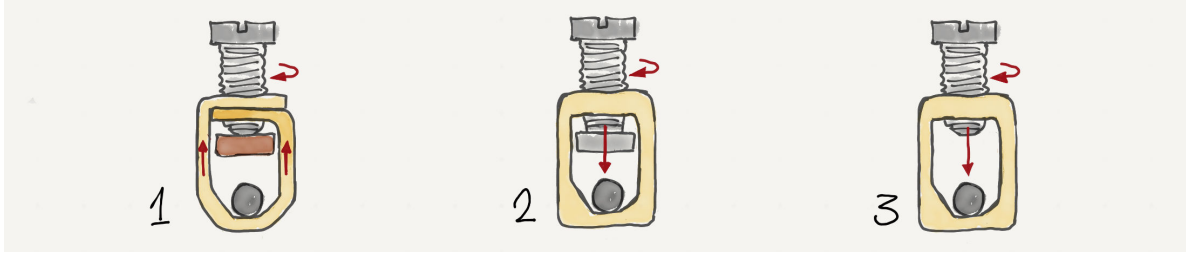
Vidalı konektör terminalleri, kalın veya ince teller için uygun olan çeşitli tip, şekil ve boyutlarda gelir. Bir vidalı konektörde kullanılabilecek minimum veya maksimum kablo boyutunun göstergesi için her zaman ürün kılavuzuna veya üreticinin belgelerine bakın.



Bazı vidalı terminal örnekleri

Temel vidalı konektör terminal türleri:

1. Yükselen kafes kelepçeli terminali - Vida, kabloyu sıkıştırmak için yükselen bir kafes mekanizmasını harekete geçirerek güvenli ve dengeli bir bağlantı sağlar.
2. Baskı plakalı veya kelepçeli terminali - Bir vida, metal bir plakayı veya kelepçeyi sıkarak telin terminale doğru sıkıştırılmasını sağlar.
3. Standart vidalı terminal - Doğrudan telin üzerine sıkılan ve onu metal bir plakaya doğru sıkıştıran basit bir vida kullanır.

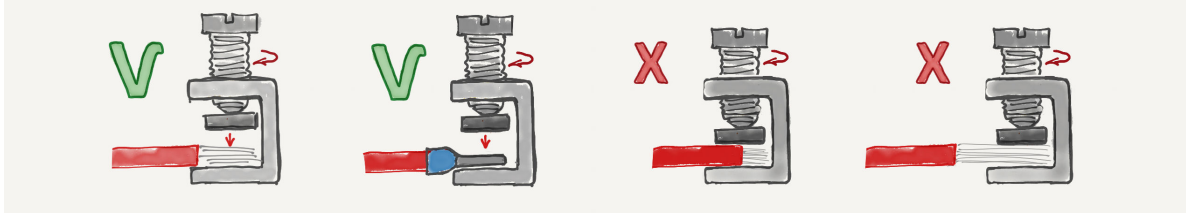


Soldan sağa: yükselen kafes kelepçeli terminal - baskı plakası terminali - standart terminal

Telin yerleştirilmesi

Kabloyu yerleştirmeden önce, çıplak teli ortaya çıkaracak kadar yalıtım malzemesini soyun. Gerekirse çok damarlı kablo tellerini yüksükle sabitleyin.

Direnci artırarak aşırı ısınmaya ve konektörün erimesine neden olabileceğinden, yalıtım malzemesinin konektör boşluğuna girmediğinden emin olun. Ayrıca, elektrik çarpması veya kısa devre riski oluşturduğundan, konektörün dışında çıplak tellerin görünmediğinden emin olun.



Elektrik konektörlerinin içindeki vidalar genellikle kalaylı pirinçten üretilir. Sıkarken vidaya zarar vermemek için mutlaka belirtilen torku uygulayın. Doğru tork değerleri için ürün kılavuzuna veya üreticinin belgelerine bakın.

Kablo tipleri ve sonlandırma

Genel olarak tek damarlı, sert veya kalın damarlı ya da damarların birbirine lehimlendiği kablolar kullanmayın (vidalı terminal bunun için tasarlanmadığı sürece). Aksi takdirde, zayıf elektrik teması gerçekleşerek aşırı ısınma veya bağlantıda gevşeme meydana gelebilir.

Tellerin hizalanmasına ve sabitlenmesine yardımcı olmak ve vidalı konektör içinde optimum teması sağlamak için yüksük kullanılması önerilir. Daha fazla ayrıntı için aşağıdaki bölüme bakın.

Yüksük

Yüksükler (kablo ucu yüksüğü veya bağcık yüksüğü olarak da adlandırılır), sıyrılmış kablo uçları üzerinde kayarak güvenli bağlantılar için damarları bir arada tutan küçük manşonlardır.

Yüksük kullanım alanları:

- Yayılmanın önlenmesi: Yüksükler, özellikle çok damarlı tel kafesi veya kelepçesi olmayan vidalı terminallerde, bir vidaya veya itmeli konektöre takıldığında kablo damarlarının yayılmasını önler.
- Kurulum sırasında, gevşek damarın elektrik sisteminde aralıklı arızalara yol açabileceği damar ayrılmasının önlenmesi.
- Tellerin Sertleştirilmesi: Yüksükler tel demetlerini sertleştirerek tellerin itme tipi terminallere yerleştirilmesini kolaylaştırır.
- Düzenli Görünüm: Düzgün ve düzenli bir kablolama sistemi oluşturmaya yardımcı olurlar.

Yüksükler, farklı kablolar ve uygulamalara uyacak şekilde çeşitli boyutlarda ve tiplerde gelir. Özel bir sıkma aleti kullanılarak tel üzerine kıvrılmaları gerekir.

Yüksük tipleri:

- Yalıtımsız yüksükler, çıplak.
- Plastik bilezikli yalıtımlı yüksükler. Bilezik kişisel koruma sağlar ve yüksüğün konektöre çok derin yerleştirilmesini önler.
- Plastik bilezikli iki tel için çift tel yüksükleri. Bunlar, iki kablonun tek bir konektöre takılması gerektiğinde kullanılır.

Vidalı terminaller ile yüksük kullanımı

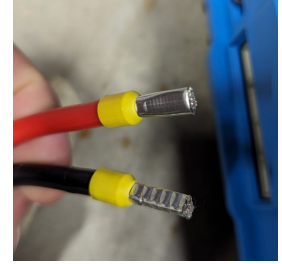
Kabloları vidalı terminallere, özellikle de tel kafesi veya kelepçesi olmayan terminallere bağlarken yüksük kullanmak son derece önemlidir. Şu durumlarda kullanılmalıdır:

- Standart vidalı terminal: Yüksük kullanılması gereklidir.
- Baskı plakası terminali - İsteğe bağlıdır, ancak tel, vidalı terminal kafesinden çok daha küçükse önerilir.
- Yükselen kafes kelepçeli terminal - Gerekli değildir, ancak çoğu üretici, yüksük kullanımına izin verir.

Yüksük olmadığında, çok damarlı kablolar yayılabilir veya vida tarafından sıkıştırılabilir. Bu da eksik temas veya damarların hasar görmesine neden olabilir. Bu durum, sağdaki resimde görülmektedir: üstteki kabloda zayıf temas ile hasarlı damarlar görülürken, yüksük ile korunan alttaki kabloda tam temas korunur.

Yüksük sıkma

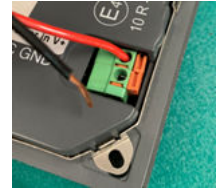
Yüksüğü tel demetlerinin çevresinde güvenli bir şekilde sıkma için her zaman özel bir sıkma aleti kullanarak dayanıklı, güvenli ve gaz geçirmez bir bağlantı sağlayın. Sağdaki resimde gösterildiği gibi, bir yüksüğü kıvrımadan bir telin üzerine sıkma, bağlantının zayıf olmasına yol açar: kıvrılmamış üst yüksük zayıf bir bağlantıya neden olurken, doğru şekilde kıvrılmış alt yüksük güvenli bir bağlantı sağlar.

Yüksüğün yönlendirilmesi

Kablo boyutunun ve yüksüğün konektör kafesine uygun olduğundan emin olun. Sıkma şekli kafes şekliyle uyumlu olmalıdır. Yüksüğü takarken terminal kafesi yönüyle doğru şekilde hizalayın.

Basmalı konektörler

Basmalı konektörler yaylı konektörlerdir. Bazıları geçmeli, bazıları ise kollu ve telin tekrar çekilmesini önlemek için mandallıdır.



Bunların nasıl kullanılacağıyla ilgili olarak aşağıdaki örneğe göz atabilirsiniz:

- Yeterli uzunlukta kablo yalıtım malzemesini sıyırın.
- Turuncu kısmı düz tornavida ile aşağı doğru itin.
- Soyulmuş kabloyu yerleştirin.
- Kablo yalıtım malzemesinin konektöre girmesini önleyin. Aksi takdirde konektör ısınarak eriyebilir.
- Yalıtılmamış (çıplak) kabloları konektörün dışında bırakmaktan kaçının. Aksi takdirde elektrik çarpması veya kısa devre tehlikesi oluşabilir.
- Turuncu kısmı serbest bırakın.
- Kablo artık yerine oturmuştur. Güvenli bir şekilde sabitlenip sabitlenmediğini kontrol etmek için hafifçe çekin.

Faston terminaller

Faston sıkma terminali özel bir sıkma aleti ile kabloya sıkılmalıdır. Bu konektörlerin yalıtımlı ve yalıtımsız modelleri ile geri dönüşlü konektörler gibi özel türleri vardır.



MC konektörler

Bu konektörler sadece güneş panellerini diğer güneş panellerine ve/veya güneş enerjili şarj cihazlarına bağlantı yapmak için kullanılır.

En yaygın olan türü MC4'tür. MC1, MC2 ve MC3 gibi diğer türleri de mevcuttur ancak artık kullanılmamaktadır. "MC" harfleri MultiContact'ın kısaltmasıdır ve bu da ürünün ilk üreticilerinden birinin adıdır. 1 ile 4 arasındaki rakamlar mm² cinsinden kontak pimi kesitini belirtir.



Bazı özellikler:

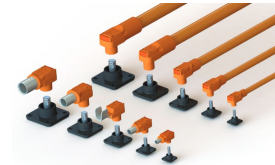
- Su geçirmezdirler (IP67) ve açık havada kullanılabilirler.
- Erkek veya dişi konektörleri vardır.
- 20 A, 600 V (yeni sürümler 1500 V) için derecelendirilmiştir.
- Özel bir sıkma aleti gerektirirler.
- Önceden monte edilmiş kablolar olarak satın alınabilirler.
- MC4 Y parçaları (veya Y kabloları) güneş panellerini paralel bağlamak için kullanılır.

Daha fazla bilgi edinmek için [Güneş enerjisi \[42\]](#) bölümüne bakın.

RADLOK™ konektörler

Amphenol, itmeli tip DC konektörler sunar. Bunlar, konektörü yerinde sabitleyen ve bağlantının istem dışı kesilmesini önleyen benzersiz, pozitif bir kilitleme mekanizmasına sahiptir. Konektör son derece güvenilir ve titreşim, sıcaklık, nem ve aşındırıcı maddelere maruz kalma gibi çevresel koşullarına karşı son derece dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.

1000 V düzeyine kadar derecelendirilmiş 70 - 400 A modelleri mevcuttur, bunlar genellikle yönetilen akülerle kullanılır.



Anderson soketleri

Korozyona karşı dayanıklı olması için kalay veya nikel kaplı, bakırdan yapılmış yaylı konektörlerdir. Farklı kablo ölçülerini ve akım gereksinimlerini karşılamak için çeşitli boyutlarda gelirler. Genellikle hızlı bağlantı ve bağlantı kurma ve kesme işlemlerinin yaygın olduğu otomotiv uygulamaları veya mobil uygulamalarda kullanılırlar.

Akım derecesinin, sisteminizin tam yük altında olduğu durumdaki akım seviyesiyle uyduğundan emin olun. Akü ve invertör arasında yer alıyorsa kablo direncine katkıda bulunurlar. Böyle durumlarda, kullanımlarını sınırlayın veya kullanmaktan kaçınin.



Araç fişleri

Bunlar genellikle düşük kaliteli otomotiv uygulamalarında kullanılır. 10 A üstü akımları taşıyamazlar. Bu açıdan, invertör bağlamak için uygun değildirler. Araç devresinin 10 A altı bir sigorta değerine sahip olabileceğini de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunları kullanırken fişi doğru ve yeterince derine takmaya dikkat edin. Doğru takılmazsa konektör ısınabilir ve eriyebilir. Bu bileşeni sınırlı seviyede kullanın veya kullanmaktan kaçının.



Akü kelepçeleri

Bunlar yalnızca geçici bağlantılar içindir. Genellikle yeterince yüksek akım değerine sahip değildirler ve bir elektrik sisteminde hiçbir zaman kalıcı olarak kullanılmamalıdır. Bu bileşeni sınırlı seviyede kullanın veya kullanmaktan kaçının.






4.4. Sıkmalı tip terminaller

Yalıtkan sıkmalı tip terminaller hakkında bazı özel notlar. Bu türdeki sıkmalı tip terminaller kolayca temin edilebilir ve kullanılabilir.










Kırmızı, mavi ve sarı olmak üzere 3 renkte mevcuttur. Bu renkler, sıkmalı tip terminal ile kullanılacak tellerin boyutunu gösterir:

- Kırmızı - 0,5 ile 1,5 mm² arasındaki teller için.
- Mavi - 1,5 ile 2,5 mm² arasındaki teller için.
- Sarı - 2,5 ile 6 mm² arasındaki teller için.

Aşağıdaki tabloda, farklı kablo uzunluklarının kullanıldığı durumlarda sıkmalı tip terminal rengi başına maksimum akım gösterilmektedir.

	Colour	wire size mm ²	wire size AWG	5 m cable max A	10 m cable max A	15 m cable max A	20 m cable max A
	Red	0.5 - 1.5	22-16	4.5	2.3	1.5	1.1
	Blue	1.5 - 2.5	16-14	7.5	3.8	2.5	1.9
	Yellow	2.5 - 6	10-12	18	9	6	5

Sıkmalı tip terminaller aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi çeşitli şekillerde mevcuttur.

Spade female	Spade female Isolated	Spade male	Fork	Bullet female	Bullet male	Pin	Butt splice	Eye	Blade
									

Soldan sağa:

- Dişi faston terminal, yalıtımsız.
- Dişi faston terminal, yalıtımlı.
- Erkek faston terminal.
- Çatal terminal.
- Dişi soket terminal - bu terminalin kullanılması önerilmez. Bunlar genellikle yetersiz temas eder ve sistem sorunlarına yol açabilir.
- Erkek soket terminal - bu terminalin kullanılması önerilmez. Bunlar genellikle yetersiz temas eder ve sistem sorunlarına yol açabilir.
- İğne tip terminal.
- Uç uca eklemeli terminal - bu terminalin kullanılması önerilmez. Bunlar genellikle yetersiz temas eder ve sistem sorunlarına yol açabilir. Daha iyi bir alternatif, 4 mm²'ye kadar kablolar için derecelendirilmiş WAGO Kompakt Ekleme Konektörü 221-482'dir, daha fazla bilgi için şu sayfaya göz atın: <https://www.wago.com/global/installation-terminal-blocks-and-connectors/compact-splicing-connector/p/221-482>
- Tırnaklı terminal.

Sıkmalı tip terminali kabloya düzgün bir şekilde sıkmak için profesyonel bir cırcırlı sıkma aleti kullanın. Cırcır hareketi, sıkılan kısma doğru basıncın uygulanmasını sağlar. Aletin kırmızı, mavi ve sarı noktalarla gösterilen 3 sıkma alanı vardır. Bu noktalar sıkmalı tip terminal rengine karşılık gelir. Profesyonel bir sıkma aleti örneği için aşağıdaki resme bakın.

Ayrıca, sıkma işleminden önce kablo yalıtım malzemesinin sıkmalı tip terminalin içine çok fazla itilmediğinden emin olun. Sıkmalı tip terminal, biri tel damarı ve diğeri tel yalıtım malzemesi için olmak üzere iki farklı sıkma bölümüne sahiptir. Profesyonel sıkma aleti her iki bölümü de farklı basınçta sıkacaktır.

Sıkma işleminden sonra, sıkmalı tip terminalin güvenli bir şekilde sıkıldığından emin olmak için kabloyu hafifçe çekerek sıkılığını test etmek iyi bir uygulamadır.



4.5. Kablo geçişleri

Bir sistemdeki tüm bileşenler arasında kabloları geçirirken ve bağlarken bu kablo geçişleriyle ilgili olarak dikkat edilmesi gereken bir dizi uygulama vardır. Her ne kadar doğru kablo tavsiyelerine uymuş olsanız da, kabloyla ilgili olarak sistemde sorunlara yol açabilecek bazı faktörler vardır.

Doğru kalınlıkta kablo kullanın ve gerekirse iki kat kablo kullanın:

Bu kitabın [Teori \[2\]](#) bölümünde kabloların neden belirli bir kalınlıkta olması gerektiği ve kabloların çok ince olmasının olumsuz etkilerinin neler olduğu açıklanmıştır. Ancak, bir sistemin kablolanması yapılırken gerekli kablo kalınlığı mevcut olmayabilir veya bu kablo kalınlığının elde edilmesi zor olabilir. Ayrıca, çok kalın kablolarla manevra veya sıkı kıvrımlar yapılamaz. Bu gibi durumlarda, tek bir kablo yerine iki kablo kullanmakta sakınca yoktur. Birçok invertörün ve invertör/şarj cihazının tam da bu nedenle çift pozitif ve çift negatif terminali vardır.

Çift kablo kullanıldığında, her bir kablonun ayrı ayrı sigortalanması gerekebilir. Gereksinimler ülkeye ve uygulamaya göre değişebileceğinden, lütfen bu konuda yerel düzenlemelerinizi kontrol edin.

Diğer bir yerel gereklilik de her bir iletkenin tam yükü taşıyabilmesi olabilir. Bu durumda kabloların ikiye katlanması mümkün olmadığından, lütfen bu durumun sizin için geçerli olup olmadığını yerel yönetmeliklerden kontrol edin.

Kabloları mümkün olduğunca kısa tutun:

Akü ve invertör veya invertör/şarj cihazı gibi yüksek akım kabloları arasındaki uzunluğu mümkün olduğunca kısa tutmaya çalışın. Ancak, kurşun asit aküleri sızdırmaz olsa bile, elektronik ekipmanları doğrudan kurşun asit akülerin üzerine yerleştirmemeye dikkat edin.

Böylece çok kalın kablolar kullanmanıza gerek kalmaz. Aküler ne kadar yakın olursa kablo o kadar kısa ve ince olabilir.

Kabloların ısı ürettiğini unutmayın:

Kablo direnci nedeniyle, kablolar içeriden akım geçerken ısı üretir. Kablo üzerindeki gerilim düşüşü ne kadar yüksek olursa o kadar fazla ısı üretilir. Örneğin, gerilim düşüşü %2,5 ise bu durum, kablodan 1000 W güç geçerse, bu gücün %2,5'inin ısı olarak dağılacığı anlamına gelir. Yani 1000 W yük için bu oran 25 W ısı anlamına gelir.

Üretilen bu ısının dağılabilmesi önemlidir.

Kablolar, örneğin kablo kanalı içerisine alınırsa ısı dağılamaz ve bunun sonucunda kablolar çok fazla ısınır. Bu durumda tek çözüm kablo kalınlığını artırmak ve hatta belki de iki katına çıkarmaktır.

Üst kısmı açık bir kablo kanalı kullanın. Alternatif olarak daha kalın kablolar kullanın. Böylece gerilim düşüşü daha az olur ve dolayısıyla daha az ısı üretilir. Bu konuda daha fazla bilgi için [Akım, kablo direnci ve gerilim düşüşü \[8\]](#) bölümüne ve [Kablo gerilim düşüşünün olumsuz etkileri \[11\]](#) bölümüne bakın.

Bir öneri de sistemi tam yükte çalıştırmak ve kabloları termal kamera ile kontrol etmek olabilir. Bu aynı zamanda gevşek kablo bağlantılarını veya iyi durumda olmayan sıkı tip terminalleri tespit etmenin iyi bir yoldur.

Kablolarda ekstra pay bırakın

Araç titreşimi göz önünde bulundurulduğunda, kabloların sıkı olması iyi bir şey değildir. Sıkı tip terminaller ve akü kutupları çok fazla stres altında olur ve zamanla gevşer. Buna iyi bir örnek, büyük bir akü grubu oluşturmak için aküler arasında yapılan kablo tesisatıdır. Birbirine bağlanan kablolarda biraz gevşeklik yoksa ve aküler tamamen hareketsiz olmayabilirse akü terminalleri veya kablo terminalleri üzerinde çok fazla baskı olur ve sonunda bunlar gevşer veya hasar görür.

Gerilim azaltıcı kullanın

kalın kablolar ağır olduğundan, kalın bir kablonun tüm ağırlığının invertör, invertör/şarj cihazı veya akü bağlantısından tamamen sarkmasına izin vermeyin. Özellikle kurulumun titreşime maruz kaldığı durumlarda bu önemlidir. Gerginlik azaltıcılar veya kablo montaj braketleri kablonun ağırlığını alır.

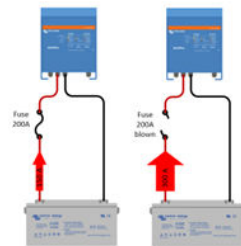
4.6. DC sigortalarını ve devre kesicileri kontrol edin

Sigorta, bir devredeki kabloları aşırı ısınmaya veya yangına yol açabilecek aşırı yüksek akımlardan koruyan bir elektrik güvenlik cihazıdır.

Sigorta, elektrikli cihaza giden besleme kablosuna yerleştirilir. Sigortadan belirli bir süre için akım değerinden daha yüksek bir akım geçtiğinde sigorta atar. Sigorta attıktan sonra devreye akım gitmez. Elektrikli bir cihaz arıza yaptığında veya elektrik devresinde kısa devre olduğunda beklenenden daha yüksek akım durumları meydana gelebilir.

Sigorta kabloları ve ekipmanları şunlara karşı koruma sağlar:

- Aşırı akım - bir telde nominal değerinden daha fazla akım geçtiğinde.
- Kısa devre - bir iletken yanlışlıkla başka bir iletkenle temas ettiğinde.



Sigorta nasıl çalışır?

Üç tür sigorta mekanizması vardır:

- Tel sigorta (tek seferlik).
- Termal sigorta (tekrar kurulabilir).
- Manyetik sigorta (tekrar kurulabilir).

"Tek seferlik" sigorta:

Geleneksel olarak sigorta, üzerinden kabul edilemeyecek kadar yüksek bir akım geçer geçmez eriyen bir tel veya metal şerit içerir. Sigortadaki tel eridiğinde elektrik devresi kesilir ve devreden daha fazla akım geçmez. Sigorta attıktan sonra devrenin tekrar çalışır hale gelmesi için yeni bir sigorta ile değiştirilmesi gerekir. Bu sigortalar tek kullanımlık sigortalardır. Attıktan sonra tekrar kurulamazlar. Yeni bir sigorta ile değiştirilmeleri gerekir.

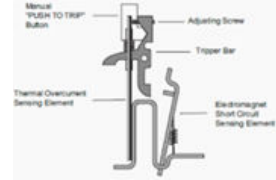


Eski haline getirilebilir (veya otomatik) sigorta:

Diğer bir sigorta türü de genellikle devre kesici veya minyatür devre kesici (CB veya MCB) olarak adlandırılan otomatik sigortadır. Bu cihazlar yüksek akım algılandığında akım geçişini keser. Bazen yüksek akım olayı geçtikten sonra yeniden bağlanırlar veya manuel olarak tekrar kurulmaları gerekir. Geleneksel sigortalar gibi değiştirilmeleri gerekmez.

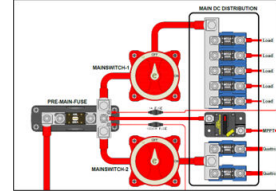
Bu sigortaların termal veya manyetik olmak üzere 2 çalışma prensibi vardır ya da bunların birleşimi kullanılır:

- Termal devre kesici, aşırı akım geçtiğinde ısınan bi-metal bir şerit içerir. Isındığında bükülür ve bunu yaparak akımın yolunu keser.
- Manyetik devre kesici, yüksek akıma duyarlı bir elektromıknatıs içerir. Büyük bir akım geçişi olduğunda elektromıknatıs, akımın yolunu kesen manyetik bir kuvvet oluşturur.



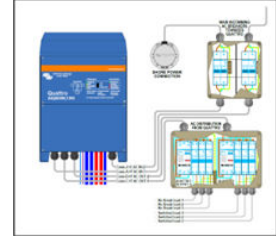
DC sigortalarının konumu:

Bir aküye bağlanan her tüketicinin sigortalanması gerekir. Sigorta pozitif kabloya yerleştirilir. Her bir tüketicinin ayrı bir sigortası olmalıdır. Ekipmanın güç değeri ne kadar büyük veya küçük olursa olsun, bu durum geçerlidir. Aküler yangına yol açabilecek çok yüksek akımlar üretebilir. Tüketici bir arıza geliştirir ve dahili olarak kısa devre yaparsa çok büyük bir akım geçer ve yangın tehlikesine yol açabilir. DC devresi genellikle ana akü sigortası içerir ve daha sonra bireysel tüketicilere ayrılır. Her tüketicinin ayrı bir sigortası vardır.



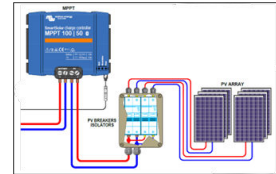
AC devre kesicilerinin konumu:

Devre kesiciler genel şebekenin ve/veya jeneratörün panoya giriş noktasının yakınında bulunur. AC kesicisi akım taşıyan iletkene veya hem akım taşıyan hem de nötr iletkene yerleştirilir. Tek veya çift kutuplu devre kesiciler kullanılır. Genellikle her AC beslemesi için bir ana devre kesici bulunur ve ardından besleme çeşitli gruplara ayrılır. Her grupta, bir grup AC tüketicisini koruyan bir devre kesici bulunur.



PV panel dizisi için devre kesicilerinin konumu:

PV panel dizisi ile güneş enerjili şarj cihazı arasında sigorta yerleştirilmesi gerekir. Lütfen yerel yetkililere danışın. Düzenlemeler, uygulamaya ve ülkeye bağlı olarak değişir.



Sigorta tutucuları

Sigortaların sigorta tutucularına yerleştirilmesi gerekir. Sigorta tutucu sigortayı güvenli bir şekilde yerinde tutar. Bu bileşenler bazı durumlarda elektrik yalıtımı da sağlar. Devre kesiciler genellikle DIN rayına monte edilir. Sigortalar ve devre kesiciler genellikle bir şalt panosunda, tercihen bir muhafazanın içinde bulunur.

Sigorta değerleri ve doğru sigortanın nasıl seçileceği:

Sigorta seçerken 4 seçim kriteri vardır: ·

- Akım değeri
- Voltaj sınıfı
- Kesme derecesi (bkz. [Lityum sistemler için kesme derecesi ve sigorta seçimi \[36\]](#))
- Hız
- Tip

Devreye ve o devredeki ekipmanların gc tüketime uyacak doğru sigortayı seçmek önemlidir. Sigortanın derecesi sigorta üzerinde gösterilir veya sigortanın veri sayfasında veya teknik özelliklerinde bulunabilir.

Akım değeri

Bir devrede sadece bir tüketicisi varsa sigortanın o tüketicisinin akım derecesine veya kablonun akım derecesine (hangisi daha düşükse) uygun olması gerekir. Bir devrede birden fazla tüketicisi varsa sigortanın devredeki kabloların akım derecesine uyması gereklidir.

Voltaj sınıfı

Sigorta gerilimi, sistemde beklenen maksimum gerilime eğit veya daha büyük olmalıdır. Sigortanın gerekli tür, DC ve/veya AC için özel olarak derecelendirilmiğ olması gerekir. Çoğu DC sigortası 12 ve 24 V için uygundur, ancak 48 V ve üstü için uygun olmayabilir. Lütfen tüm sigortaların veya devre kesicilerin hem AC hem de DC devrelerinde kullanılmayacağını unutmayın. Sigorta hem AC hem de DC için kullanılabiliyorsa AC gerilimi genellikle DC geriliminin derecelendirmesinden daha yüksektir. Ayrıca, devre kesicilerin tek yönlü olmayabileceğini aklınızda bulundurun. Dolayısıyla, DC için devreye hangi yönde bağlandıkları önemlidir.

Hız

Sigortanın hızı, arıza akımı oluğtuğunda sigortanın açılması için geçen süredir. Bu süre; sigortanın malzemesi, mekanizması, akımı ve sıcaklığı ile belirlenir.

Yavağ ve hızlı atan sigortalar vardır:

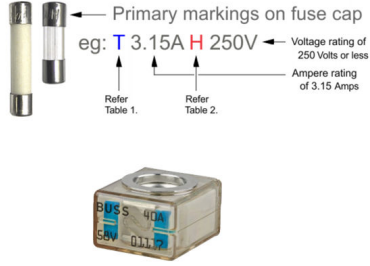
- Yavağ atan sigortalar genellikle otomotiv ve denizcilik devrelerinde bulunabilen DC uygulamalarında kullanılır. Bu devreler, motor gibi yüksek bağlatma akımına sahip tüketiciler veya invertör gibi kapasitörlü cihazlar içerir. Yavağ atan sigorta yüksek, kısa süreli bağlangı akımına dayanır ve motorun alığmasını sağlar.
- Hızlı atan sigortalar AC uygulamalarında kullanılır. AC tüketicileri genellikle elektrik akığındaki değiğikliklere karęı hassastır. Bu nedenle tüketiciyi korumak için hızlı tepki verebilen bir sigortaya ihtiyaç duyarlar. Ancak bazı durumlarda AC tüketicisi yüksek bir bağlatma akımına sahip olabilir. Bunlar buzdolapları, klimalar ve kompresörler gibi elektrik motorlu ekipmanlardır. Böyle durumlarda daha yavağ bir sigortaya ihtiyaç duyulur.

Sigorta elemanı hız aralığı:

- FF ok Hızlı Devreye Giren (Flink Flink).
- F Hızlı Devreye Giren (Flink).
- M Orta Hızda Devreye Giren (Mitteltrage).
- T Yavağ Devreye Giren (Trage).
- TT ok Yavağ Devreye Giren (Trage Trage).

Sigortaların işaretleri










Sigortalarda, derecelerinin ne olduğuna dair işaretler bulunur. Ancak bilgiler eksik olabilir. Bu durumda daha fazla bilgi edinmek için iyi bir kaynak, sigortanın teknik özellikleridir. Bu bilgilere internetten veya sigorta tedarikçinizden kolayca erişebilirsiniz.



Catalog Number	Marine Rated Battery Fuses
Application	Full range circuit protection for automotive and marine applications. Break in capacity meets the requirements of conventional vehicle batteries and 42V electrical networks
Voltage Rating	58Vdc Maximum
Amperage Rating	30A - 300A
Ingress Protection	IP66
Ignition Protected	Per SAEJ1117
Interrupt Rating	10000 AMP @ 14Vdc 5000 AMP @ 32Vdc 2000 AMP @ 58Vdc
Torque Rating	Maximum 12 N·m (106 in-lbs)
Material	Body - Ceramic Housing & Cover: UL-rated 94V0 Thermoplastic Ring Terminals - Tin Plated

Sigorta türlerine genel bakış:

Sigorta tipi	Sigorta	Sigorta tutucu
Cam veya seramik sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta Yaklaşık 60 A düzeyine kadar 250 V AC veya DC'ye kadar Hızlı veya yavaş 		
Bıçak sigortalar (otomotiv) <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 120 A düzeyine kadar: 32 V DC Yavaş 		
Midi Sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 23 - 200 A 32 Vdc Yavaş 		
Cooper Bussmann MRBF sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 30 - 300 A 58 Vdc Marin tip Dar alan kısıtlamaları için. Bara gibi bir DC terminaline doğrudan monte edilebilir. İhtiyaç duyulan toplam kablo ve sıkmalı tip terminal miktarını da azaltır. 		
CNN sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 10 - 800 A 48 Vdc, 125 Vac Hızlı 		

Sigorta tipi	Sigorta	Sigorta tutucu
Mega sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 40 - 500 A 32 Vdc Yavaş 		
ANL sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 35 - 750 A 32 V dc Hızlı 		
NH sigortalar <ul style="list-style-type: none"> Tel sigorta 1000 A düzeyine kadar: 500 - 690 Vac 440 - 550 Vdc Farklı hızlar mevcuttur 		 
Devre kesiciler (CB veya MCB) <ul style="list-style-type: none"> Termal ve manyetik Çeşitli akım dereceleri Çeşitli gerilimler AC veya DC Çeşitli hızlar DIN rayına monte edilir 		

4.6.1. Lityum sistemler için kesme derecesi ve sigorta seçimi

Lityum aküler çok yüksek kısa devre akımı sağlayabilir. Arıza durumunda, olası arıza akımı benzer nitelikteki kurşun-asit sistemlerden çok daha yüksek olabilir. Bu nedenle, sigorta seçerken sadece sürekli akım derecesinin değil, aynı zamanda kesme derecesinin de değerlendirilmesi gerekir.

Bazı durumlarda kesme derecesi olarak da adlandırılan kesme değeri, bir sigortanın erimeden, kopmadan veya patlamadan güvenli bir şekilde kesebileceği maksimum arıza akımıdır. Kesme derecesi mevcut kısa devre akımından düşükse, sigorta arızalanarak ciddi sonuçlara yol açabilir.

Her lityum akü kurulumunda, DC hattındaki en az bir sigorta, akü grubunun mümkün olan maksimum kısa devre akımına eşit veya daha yüksek bir kesme derecesine sahip olmalıdır. Bu zorunlu bir güvenlik gerekliliğidir.

T sigortalar

T sigorta, çok yüksek kesme derecesine ve yüksek tepki hızına sahip, yüksek performanslı bir çözümdür. Lityum akü sistemleri için çok uygundur ve Lynx sistemine düzgün bir şekilde entegre olur. Ancak, tüm pazarlarda her zaman kolayca bulunmayabilir.

Alternatif sigortalar

Sürekli akım değeri, DC gerilim değeri ve kesme derecesinin sistem parametrelerine uyması koşuluyla, yeterli kesme derecesine sahip uygun alternatif sigorta türleri kullanılabilir.

Sigortaya genel bakış

Sigorta	Maks. DC gerilimi	Kesme akım değeri
T sınıfı sigorta (Eaton Bussmann)	160 V	200 kA
T sınıfı sigortalar (çeşitli üreticiler)	125 - 300 V	20 kA
NH bıçak sigortalar (çeşitli üreticiler)	250 V	25 kA
Blue Sea ANL sigorta (Blue Sea)	80 V	6000 A

Sigorta	Maks. DC gerilimi	Kesme akım değeri
AMX(L) sigortalar (Eaton Bussmann)	125 V	3000 A
Littlefuse MEGA sigorta (Littlefuse)	70 V	2500 A
MRBF Terminal sigortası 58 V (Blue Sea)	58 V	2000 A
Littlefuse MEGA sigorta (Littelfuse)	58 V	1000 A

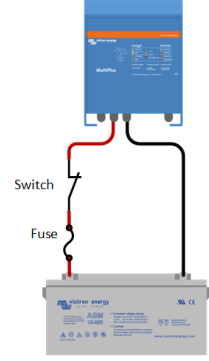
4.7. DC ayırıcılar

Akü (veya akü grubunu) elektrik devresinin geri kalanından ayırmak için akü ayırıcı kullanılabilir. Bu bileşen, bir DC kaynağını veya DC tüketicisini elektrik devresinden ayırmak için de kullanılabilir.

Bir aküyü veya DC tüketicisini elektrik devresinden ayırmak, sistemin belirli bir süre kullanılmayacağı durumlarda veya sistem bakımı için kullanışlıdır. Kesme şalteri seçerken her zaman şalterin tam yük altında sistemde beklenebilecek akımlara göre derecelendirildiğinden emin olun.

Akü izolasyonu için kurallar ve yönergeler farklı ülkelerde değişiklik gösterir, ancak akü izolasyonu gerekiyorsa yalnızca pozitif akü kablosunun bağlantısının kesilmesi önerilir.

Kesme şalteri eklemek gerekli bile olmayabilir. DC sisteminde mutlaka ana sigorta bulunmalıdır. Sigortanın çıkarılması durumunda devre kesilir. Dolayısıyla, sistemde bakım yapılması veya akünün değiştirilmesi gerektiğinde, ana sigortanın çıkarılması aküyü sistemin geri kalanından ayırmak için yeterli olacaktır.



Her zaman kaliteli kesme şalteri kullanın. Kesme şalteri devre direncine dahil edilmelidir. Düşük kaliteli bir şalterin direnci daha yüksek olur. Bu da gerilim düşüşünü artırabilir ve sistem sorunlarına yol açabilir.

Kesme şalterleri belirli bir gerilim ve sürekli akım (DC akım olduğundan emin olun) için derecelendirilir ve genellikle 5 dakikalık bir akım ve birkaç saniyelik tepe akımı için de derecelendirilir.

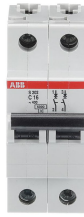
Bazı kesme şalterleri, akımı (özellikle DC akımı) kesmek için tasarlanmamıştır ve bazı akü şalterleri yük altında kesme yapamaz. Lütfen kesme şalterinin teknik özelliklerine bakın.

Kesme şalteri türleri:

- Mobil sistemler için akü kesme şalteri (genellikle 12 ve 24 V). Victron Energy [Battery Switch ON/OFF 275 A](#); 12, 24 ve 48 V anahtarlama yapabilir ve ayrıca yük altında anahtarlama yapabilir.
- Akü ve PV için kara tabanlı sistemlere yönelik (genellikle 48 V ve üzeri) DIN montajlı devre kesiciler.
- Akü ve PV için yüksek akımlı kara tabanlı sistemlere yönelik (genellikle 48 V ve üzeri) NH sigorta tutucu şalteri.



Victron Energy Battery Switch ON/OFF 275A.



Yüksek akımlı DC MCB.



NH sigorta tutucuları devre kesici olarak kullanılabilir.

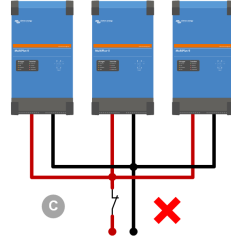
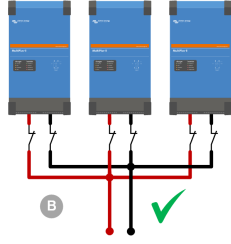
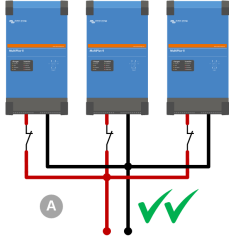
Birden fazla invertörlü veya invertör/şarj cihazlı sistemler

Her ünite için aynı tip sigorta kullanılarak her ünite ayrı ayrı sigortalanmalıdır. Böylece, her DC yolu aynı dirence sahip olur.

Sistemin tamamı için tek bir büyük devre kesici veya sigorta kullanmaktan kaçının. Tek bir invertör/şarj cihazındaki kısa devre veya başka bir arıza nadiren büyük sigortayı atıracak kadar düşük bir dirence sahip olur. Sigorta atmazsa akım tehlikeli derecede yüksek bir seviyede geçmeye devam eder ve potansiyel olarak invertör/şarj cihazının iç veya dış kablolarına zarar verir.

Zorunlu olmamakla birlikte, sistemde sürekli bir negatif DC bağlantısının tutulması ve sadece her bir invertör/şarj cihazının pozitif DC bağlantısının anahtarlama, korunması veya sigortalanması tercih edilir. Bu tercih, özellikle birden fazla üniteye sahip sistemlerde (paralel, bölünmüş veya üç fazlı) DC negatif yolundaki gevşek bir bağlantıda sorun gidermenin zorluğundan kaynaklanır.

Ancak, bazı tesisatlarda DC negatifin sigorta veya devre kesici ile korunmasını gerektiğinden, sürekli negatif bağlantı gerekli değildir.

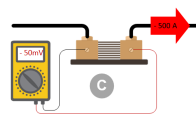
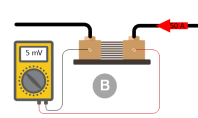
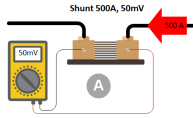


- A. Her ünitenin pozitif DC beslemesi ayrı ayrı anahtarlanır.
- B. Her ünitenin pozitif ve negatif DC beslemesi ayrı ayrı anahtarlanır.
- C. Tüm ünitelerin ana beslemesi bir bütün olarak anahtarlanır. Bunun tavsiye edilmediğini aklınızda bulundurun!

4.8. Şant

Akım geçişini ölçmek için sisteme bir şant eklenir ve bu şant, sistem izleme ve akü şarj durumu hesaplamaları için kullanılır. Şant, akımı ölçmek için kullanılan dirençli bir elemandır. Şanttan akım geçtiğinde, akımla orantılı küçük bir gerilim düşüşü oluşur. Bu gerilim düşüşü daha büyük akımlarda artar ve daha küçük akımlarda azalır. Akım geçişi tersine dönerse gerilim düşüşü polariteyi tersine çevirir. Şant üzerindeki gerilim düşüşü ölçülerek akımın miktarı ve yönü belirlenebilir. Bu bilgi, akünün şarj durumunu hesaplamak için aküye ne kadar akım girdiğini veya aküden ne kadar akım çıktığını belirlemek için kullanılabilir.

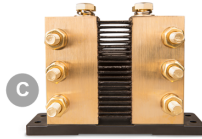
Bir şantın, 500 A ve 50 mV gibi akım ve gerilim derecesi vardır. Bu değer, şanttan geçen 500 A akımın şant üzerinde 50 mV (0,05 V) gerilim düşüşüne yol açacağını gösterir.



- A. Şanttan büyük bir akım geçer.
- B. Şanttan daha az akım geçer.
- C. Şanttan ters akım geçer.

Şant, sistemin birleşik tüketicilerine akacak maksimum DC akımı için derecelendirilmelidir.

Örnek: Aküye bağlı bir invertörün maksimum akımı, invertörün tepe derecesine eşittir. 12 V gerilimde 6000 W tepe gücüne sahip 3000 VA invertör, 500 A akım çeker.



- A. 500 A BMV şant.
- B. 2000 A SmartShunt.
- C. 6000 A şant.

Victron SmartShunt'ın 500 A, 1000 A ve 2000 A 50 mV versiyonları mevcuttur. Victron BMV akü monitörü; 500 A, 50 mV şant ile birlikte gelir. Bu şant yetersizse daha büyük bir şanta yükseltmeniz gerekir. Victron 500 A, 1000 A, 2000 A ve 6000 A seçeneklerinde 50 mV şantlar sunar. Farklı gerilim veya akım derecelerine sahip bir şant kullanırken BMV akü monitörü ayarlarında şant parametrelerini ayarladığınızdan emin olun.

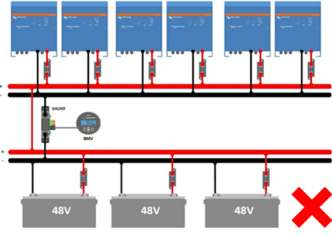
Güvenlik gerekçesiyle, şant tipik olarak negatif kabloya yerleştirilir. Bu eleman, akü grubundan veya akü grubu barasından önceki son bileşen olmalıdır. Tüm DC tüketicileri ve beslemeleri şanttan sonra bağlanmalıdır. Şantın bir sisteme doğru şekilde bağlanması için sağdaki şemaya göz atın.

Şantlar, belirli bir DC tüketicisini veya beslemesini ölçmek gibi amaçlarla sistemde başka bir yere de yerleştirilebilir. Bu şantlar genellikle akım ölçere bağlanır.

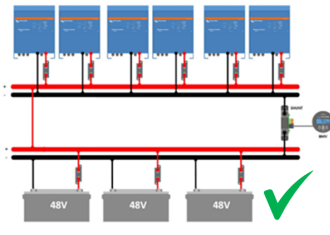


Şantın yanlış yerleştirilmesi, özellikle akü ile invertör/şarj cihazları arasındaki yolun uzun olduğu büyük sistemlerde sorunlara yol açabilir. Çevrim sırasında, şantın yakınındaki invertör/şarj cihazı daha uzaktaki bileşenlere kıyasla daha düşük bir DC gerilimi "görür". Diğer taraftan, şarj ederken, şantın yakınındaki aküler daha uzaktaki bileşenlere kıyasla daha düşük bir DC gerilimi "görür". Aşağıdaki resimlere bakın.

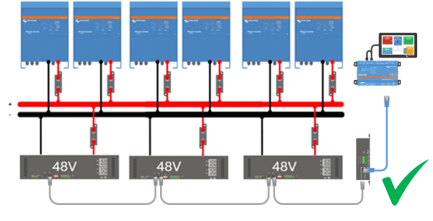
Bu durumu çözmek için şantı pozitif kablodan uzaklaştırın (bu ideal değildir) ya da kendi şarj durumunu oluşturarak şant ihtiyacını ortadan kaldıran akıllı aküler kullanmayı değerlendirin.



Şant yanlış yerleştirilmiştir.



Şant doğru yerleştirilmiştir.



Akıllı aküler kullanılmıştır ve şant gerekli değildir.

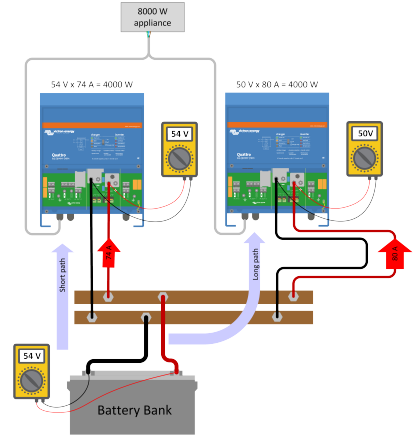
4.9. Paralel ve/veya 3 fazlı sistem DC bağlantısı

Birden fazla invertör/şarj cihazı birbirine bağlanarak büyük bir invertör/şarj cihazı veya 3 fazlı bir invertör/şarj cihazı oluşturulabilir. Bu üniteler birbiriyle iletişim kurarak birlikte büyük bir invertör/şarj cihazı olur. Hepsinin aynı akü grubuna bağlanması gerekir. Bu tür bir sistemin bağlantısını yaparken akü kablolarıyla ilgili bazı önemli hususlar vardır.

Doğru çalışma için her bir ünitenin tam olarak aynı gerilimleri alması çok önemlidir. Bunu sağlamak için akü grubundan her bir üniteye veya baradan her bir üniteye giden DC yolunun tamamen aynı olması gerekir.

Ayrı üniteler arasındaki kablo kalınlığı veya kablo uzunluğu arasında fark olursa bu ünitelerin gerilimleri arasında da fark olur.

Gerilim farkı, akım farkı demektir. Gerilimi daha düşük olan ünitenin güç elektroniğinden daha yüksek akım geçer. Invertörün/şarj cihazının aşırı yüklenmesi bu akımın miktarına göre tetiklenir. Bu nedenle, her bir invertörün sağladığı güç aynı olsa da, daha düşük gerilime sahip ünitenin üzerinden daha büyük bir akım geçer ve bu ünite diğer ünitelerden önce aşırı yüke girer. Bir ünite aşırı yüke girdiğinde tüm sistem çalışmayı durduracağından, sistemin toplam invertör gücü artık daha az olur. Kötü kablo tesisatına sahip bir ünite, sistemin tamamının performansını etkiler.

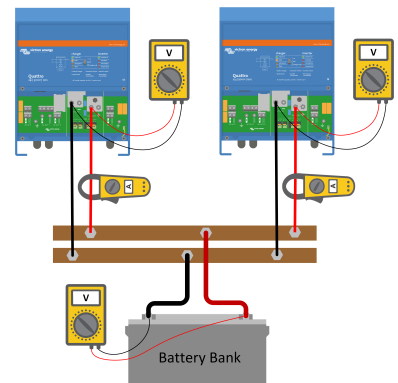


Dengeli bir sistem elde etmek adına akü grubundan veya baralardan gelen her ünite için aynı tipte, kesitte ve uzunlukta kablo kullanmanız gerekir. Ayrıca, tüm kablo pabuçlarının aynı olduğundan ve tüm bağlantıların aynı tork değerleriyle sıkıldığından emin olun. Akü grubu ile invertör/şarj cihazları arasında bara güç kutupları kullanmayı değerlendirin.

Sigortaları tesisata yerleştirirken faz başına yalnızca bir DC sigorta kullanmayı değerlendirin. Tek bir büyük sigorta mevcut değilse ünite başına bir sigorta kullanın, ancak tüm bu sigortaların tamamen aynı olduğundan emin olun.

Bir sistemin doğru kablolanıp kablolanmadığını kontrol etmek veya kablolama sorunlarını gidermek için aşağıdaki adımları izleyin:

- Sistemi maksimum yüke kadar yükleyin.
- Her bir üniteye giden DC kablolarında akım penci kullanın.
- Akım değerlerini karşılaştırın ve her ünitenin benzer DC akımlarına sahip olduğundan emin olun.



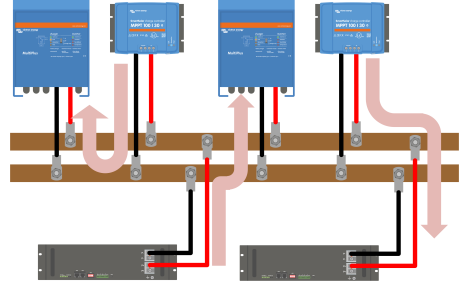
Alternatif olarak bara veya akü grubundaki gerilimi ölçülebilir ve bunu her bir ünitenin akü terminalerinde ölçtüğünüz gerilimlerle karşılaştırabilirsiniz. Tüm bu gerilim değerleri aynı olmalıdır.

Paralel ve 3 fazlı sistemler hakkında daha fazla bilgi için şu sayfaya göz atın: https://www.victronenergy.com/akim-taşıyan/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems.

4.10. Büyük sistem baraları

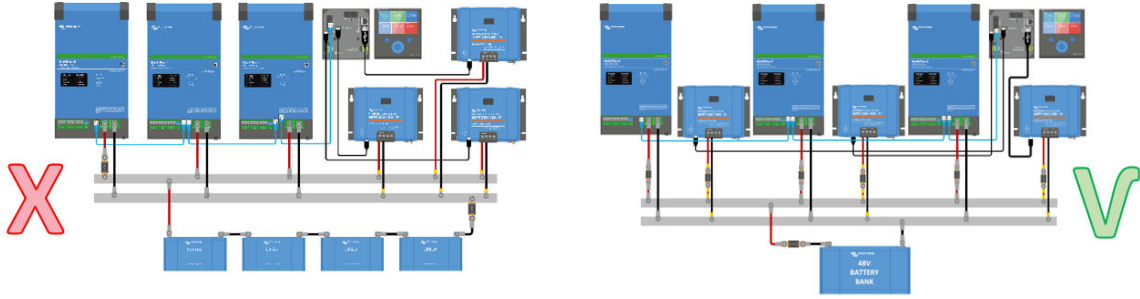
Büyük tesisler tipik olarak birden fazla DC tüketicisi ve DC kaynağından oluşur. Buna örnek olarak birden fazla akü, birden fazla invertör/şarj cihazı ve birden fazla güneş enerjili şarj cihazı verilebilir. Bunların hepsi merkezi bir baraya bağlanır. Bu tesisatların kabloları yapılırken özel hususlara dikkat edilmelidir.

Bu sistemlerde bara kullanmanız gerekir, ancak tüm ekipmanların baraya nasıl ve hangi sırayla bağlandığı yine de önemlidir. Invertörün/şarj cihazlarının ve güneş enerjili şarj cihazlarının baralara dönüşümlü olarak bağlanması önemlidir. Bunun nedeni, baralardan geçen akım geçişinin düşecek olmasıdır. Basitçe söylemek gerekirse güneş enerjili şarj cihazından baraya giren akım kısa bir yoldan doğrudan invertöre veya aküye gidebilir. Bu akımın, baranın tamamı boyunca ilerlemesine gerek yoktur. Bu da yerel "trafiği" düşürür.



Bara üzerinden akım geçişi.

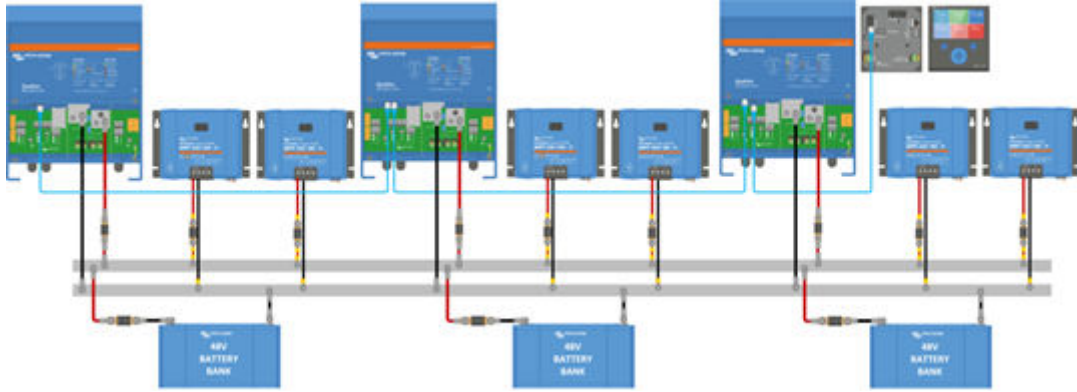
Bağlantı yaparken tüm invertörlerin/şarj cihazlarının aynı kablo uzunluğuna sahip olduğundan emin olun. Ayrıca, güneş enerjili şarj cihazlarının yaklaşık olarak aynı kablo uzunluğuna sahip olması gerekir. Aynı durum aküler için de geçerlidir.



Tüm invertörleri/şarj cihazlarını bir tarafta ve güneş enerjili şarj cihazlarını diğer tarafta bulundurmayın.

Invertör/şarj cihazları ile güneş enerjili şarj cihazlarını karışık olarak kullanın.

Sistemde sadece bir akü grubu varsa akü grubunu baraların ortasına bağlamanız gerekir. Ancak birden fazla paralel akü grubu veya akıllı akü varsa bunlar da baralar boyunca eşit olarak dağıtılmalıdır.



Sistemde ayrı aküler varsa bunları da invertör/şarj cihazları ve güneş enerjili şarj cihazları ile karıştırın.

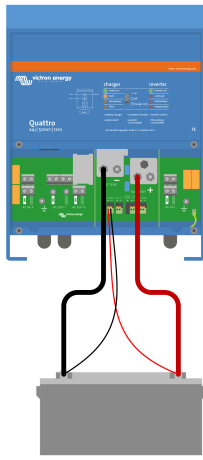
4.11. Gerilim algılama ve kompanzasyon

Gerilim algılama, akü şarj cihazı özelliğidir. Ünitelerdeki gerilim ile akü terminallerindeki gerilim arasındaki farkı ölçerek çalışır. Bir fark tespit edilmez, şarj sırasında kablo kayıplarını telafi etmek için şarj gerilimi artırılır. Bu durum, akülerin her zaman doğru gerilimle şarj edilmesini sağlar. Bu özellik genellikle sadece 1 V düzeyine kadar olan gerilim kayıplarını telafi eder. Sistemdeki kayıplar 1 V üstü olursa (yani pozitif bağlantı üzerinde 1 V ve negatif bağlantı üzerinde 1 V) akü şarj cihazı, güneş enerjili şarj cihazı veya invertör/şarj cihazı şarj gerilimini gerilim düşüşü 1 V ile sınırlı kalacak şekilde azaltır. Bunun nedeni, kayıpların 1 V üstü olması durumunda akü kablolarının çok ince olması ve büyük bir akım taşıyamaması nedeniyle şarj akımının azaltılmasının gerekmesidir.

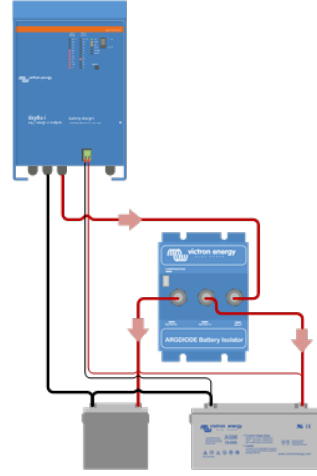
Gerilim algılama, diyot bölücü kullanıldığında gerilim kayıplarını telafi etmek için de kullanılabilir. Diyot bölücü, diyot üzerinde 0,3 V'luk bir gerilim düşüşü oluşturur.

Invertör/şarj cihazı veya büyük şarj cihazları gibi bazı Victron ürünlerinde dahili gerilim algılama özelliği bulunur. Güneş enerjili şarj cihazları ve Akıllı akü şarj cihazları gibi diğer ürünler için Akıllı Akü Algılama eklemeniz gerekir.

Üründe gerilim algılama (V-sense) terminali varsa V-sense terminalinden doğrudan akünün pozitif ve negatif terminaline iki kablo bağlanabilir. 0,75 mm² kesitli bir kablo kullanın.



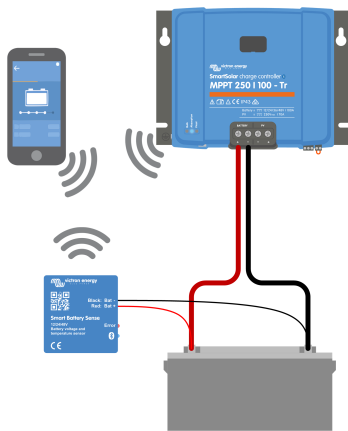
Gerilim algılamalı invertör/şarj cihazı



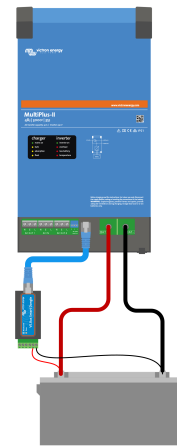
Gerilim algılamalı ve diyot bölücülü büyük şarj cihazı

Invertörde/şarj cihazında VE.Bus Smart güvenlik cihazı varsa gerilim algılama işini donanım kilidi üstleneceğinden, gerilim algılama kablolarının olması gerekmez. VE.Bus Smart güvenlik cihazı hakkında daha fazla bilgi için şu sayfaya göz atın: <https://www.victronenergy.com.tr/accessories/ve-bus-smart-dongle>.

Güneş enerjili şarj cihazı veya Akıllı şarj cihazı kullanılması durumunda aküye Akıllı Akü Algılama bağlayın ve VictronConnect uygulamasını kullanarak Akıllı Ağ kurun. Akıllı Akü Algılama hakkında daha fazla bilgi için şu sayfaya göz atın: <https://www.victronenergy.com.tr/meters-and-sensors/smart-battery-sense>.



Akıllı Akü Algılama



VE.Bus Smart güvenlik cihazı

DC güneş enerjili şarj cihazlı Enerji Depolama Sisteminde (EDS) gerilim algılama

Sadece DC güneş enerjili şarj cihazları içeren (şebeke beslemeli invertörsüz) bir EDS sisteminde (Enerji Depolama Sistemi), invertör/şarj cihazı devre dışı bırakılır. Bunun nedeni, güneş enerjili şarj cihazının aküyü şarj etmesi ve fazla güneş enerjisinin şebekeye geri beslenmesidir. Bu işlem GX cihazı tarafından kontrol edilir. Bunun mümkün olması için GX cihazı güneş enerjili şarj cihazını invertör/şarj cihazının DC geriliminden daha yüksek bir DC gerilimine ayarlayacaktır.

Akü dolmaya yaklaştığında, akü gerilimi invertör/şarj cihazının DC geriliminden biraz daha yüksek olur. Bu, invertörün/şarj cihazının bu "aşırı gerilimi" düşürmesi için bir "işarettir". Bunu şebekeye güç besleyerek yapar. 48 V bir sistemde bu aşırı gerilim 0,4 V olarak, 24 V bir sistemde ise 0,2 V olarak ayarlanır.

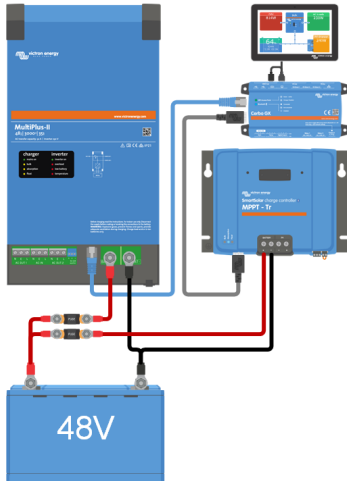
Bu işlemin düzgün çalışması için akünün güneş enerjili şarj cihazından doğru gerilimi alması son derece önemlidir. Sistemde gerilim düşüşüne yol açabileceğinden, DC kablolarının, sigortalarının ve bağlantılarının tasarımı ve yerleştirilmesi konusunda özellikle dikkat edilmelidir.

Gerilim düşüşü, invertörün/şarj cihazının şebekeye güç besleyebilmesi için ihtiyaç duyduğu "aşırı gerilimi" azaltabilir.

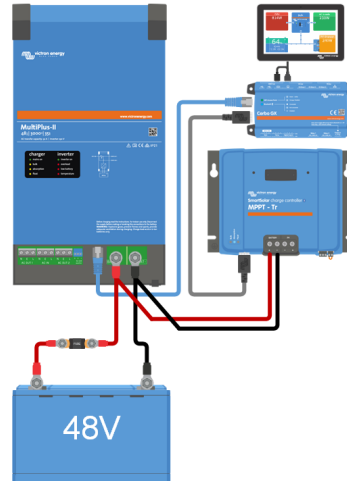
100 A güneş enerjili şarj cihazı, iki adet 1 metre uzunluğunda 35 mm² kablo ve 150 A sigorta içeren bir EDS sistemi örneği:

- Bağlantılar 0,35 mΩ dirence sahiptir. ·
- 150 A sigorta 0,35 mΩ dirence sahiptir. ·
- 2 metrelik bir kablo 1,08 mΩ dirence sahiptir.
- Toplam direnç 1,78 mΩ olur.
- 100 A düzeyinde 178 mV gerilim düşüşü gerçekleşir

Çözüm, otomatik gerilim düşüşü telafisine (gerilim algılama) sahip bir güneş enerjili şarj cihazı kullanmaktır. Bunun sonucunda, güneş enerjili şarj cihazının çıkış gerilimi artan akımla birlikte hafifçe artar. Ancak güneş enerjili şarj cihazının gerilim algılama özelliği yoksa güneş enerjili şarj cihazını doğrudan invertöre/şarj cihazına bağlamak en iyisidir.



Aküye bağlı güneş enerjili şarj cihazlı EDS sistemi.



Aküye bağlı güneş enerjili şarj cihazlı EDS sistemi.

4.12. Güneş enerjisi

Güneş panellerinin aküye doğrudan bağlanmasına izin verilmez. Güneş panelleri ile aküler arasında güneş enerjili şarj cihazı yerleştirilmelidir. Güneş enerjili şarj cihazı, yüksek güneş paneli gerilimini akü şarjı için uygun bir gerilime dönüştürür. Bir güneş paneli doğrudan aküye bağlanırsa akü zarar görür.

Güvenlik:

Yerel düzenlemelere bağlı olarak PV panel dizisi ile güneş enerjili şarj cihazı arasında bir sigorta, devre kesici, RCD veya GFCI takılması gerekebilir.

MC4 konektörler:

Güneş panellerini güneş enerjili şarj cihazına bağlamak için güneş paneli çoğu durumda özel su geçirmez konektörlere sahip olur. Bunlar genellikle MC4 konektörlerdir. Bu konektörler erkek konektör ve dişi konektör olmak üzere 2 çeşittir.

Erkek konektör güneş panelinden gelen pozitif kabloya, dişi konektör ise negatif kabloya bağlanır.

Güneş enerjisi kablolarının yeterince uzun olmaması durumunda, uzatma kablosu kullanılması gerekir. Uzatma kablosunda genellikle önceden monte edilmiş MC4 konektörler bulunur. Güneş enerjisi kablosunun bir ucunda erkek konektör ve diğer ucunda dişi konektör bulunur. Şunun gibi:

MC4 konektörler 4 mm² veya 6 mm² güneş enerjisi kablolarına bağlanabilir.



Güneş enerjisi kablosu. Solda erkek MC4 konektör ve sağda dişi MC4 konektör görülmektedir.

Güneş enerjisi kablosu tipleri:

Güneş enerjisi kablosu özel bir kablodur. Çok sağlam bir kablo olan bu kablo, güneş paneli kurulumlarında dış mekanda kullanım için tasarlanmıştır. Toza, eskimeye ve UV ışınlarına dayanıklıdır ve kalaylı bakır tellere sahiptir.

Otomotiv veya denizcilik uygulamaları gibi küçük PV panellerine yönelik güneş enerjisi kablosu genellikle çift damarlı bir kablodur. Yine aynı durum bu kurulumlar için de geçerlidir. Kablonun UV dereceli olması ve kalaylı bakır tel damarlara sahip olması gerekir.



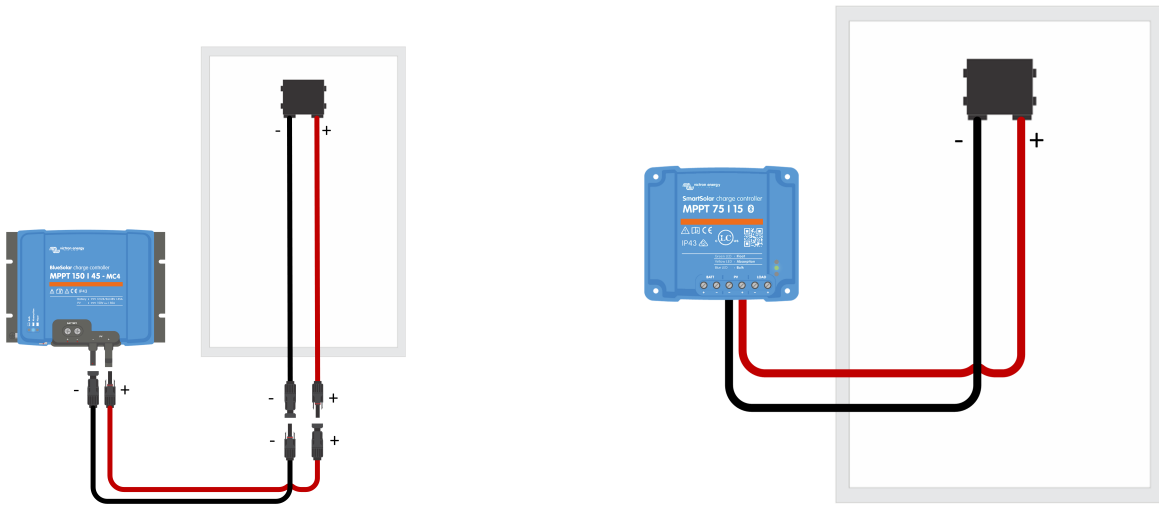
Otomotiv veya denizcilik uygulamaları gibi küçük PV panellerine yönelik güneş enerjisi kablosu genellikle çift damarlı bir kablodur. Yine aynı durum bu kurulumlar için de geçerlidir. Kablonun UV dereceli olması ve kalaylı bakır tel damarlara sahip olması gerekir.

**Kablo kalınlığı:**

Güneş enerjisi kablosunun kablo kalınlığı, güneş panellerinin boyutuna ve gerilim değerine bağlıdır. Bu da, akımı ve dolayısıyla kablo kalınlığını belirler. Bu konuda daha fazla bilgi için lütfen [Kablo seçimi \[21\]](#) bölümüne bakın.

Güneş paneline bağlama:

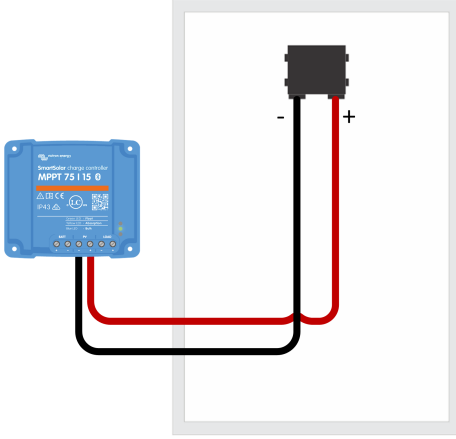
Güneş enerjili şarj cihazları MC4 konektörlü veya PV tarafında vidalı konektörlü olmak üzere iki model olarak satılır. Güneş panelinin arkasından görüldüğü şekilde, güneş paneline şöyle bağlanırlar:



MC4 konektörlü güneş enerjili şarj cihazı.

Vidalı konektörlü güneş enerjili şarj cihazı.

Bazı durumlarda, güneş paneline takılı kablo bulunmaz. Bu durumda kabloları kendiniz takmanız gerekecektir. Bunu yapmak için panelin arkasındaki bağlantı kutusunu açın ve kabloları buraya bağlayın. MC 4 konektörlü ya da konektörsüz güneş enerjisi kabloları kullanabilirsiniz. Güneş panelini doğrudan güneş enerjili şarj cihazına bağlıyorsanız kurulum bu şekilde görünecektir:



MC4 konektörleri kullanmadan güneş enerjili şarj cihazını güneş paneline bağlama.



Güneş paneli bağlantı kutusu.

Güneş paneli dizisi:

Birçok güneş enerjisi kurulumunda, bir güneş paneli yeterli değildir. Bu durumda, güneş panelleri veya fotovoltaik (PV) panel dizisinin oluşturulması gerekir. Bir güneş paneli dizisi, birbirine bağlı birden fazla güneş paneli içerir.

Güneş panellerini seri bağladığınızda gerilim artarken paralel bağladığınızda akım artar. Aynı durum ayrı ayrı akülerle akü grubu oluştururken de geçerlidir.

MC4 bölücüler:

Paralel bağlantıları kolaylaştırmak için MC4 güneş paneli bölücü konektörü kullanın. İki tip vardır:



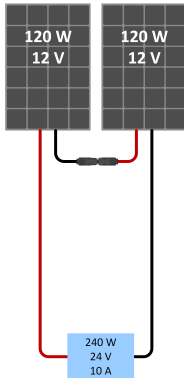
MC4-Y - 1 erkek ve iki dişi.



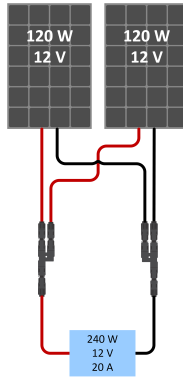
MC4-Y - 1 dişi ve 2 erkek.

Güneş paneli dizisi kablolama örnekleri

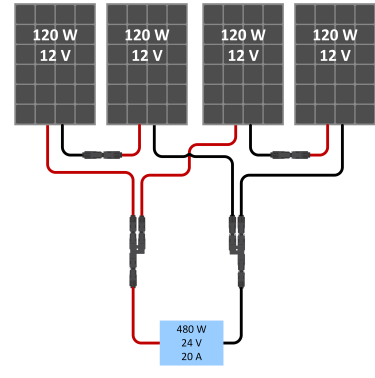
MC4 ayırıcılar kullanılarak seri, paralel ve seri/paralel olarak bağlanmış panelleri gösteren bazı güneş paneli dizisi kablolama örnekleri.



Seri bağlı güneş paneli dizisi.



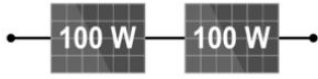
Paralel bağlı güneş paneli dizisi.



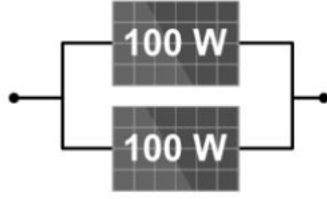
Seri/paralel bağlı güneş paneli dizisi.

Güneş paneli dizisi toplam gücü

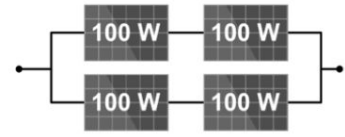
Bir güneş paneli dizisinin toplam gücünü belirlemek için paralel veya seri bağlı olmalarına bakılmaksızın her modülün gücünün toplamını almanız gerekir:



200 W güneş paneli dizisi.



200 W güneş paneli dizisi.



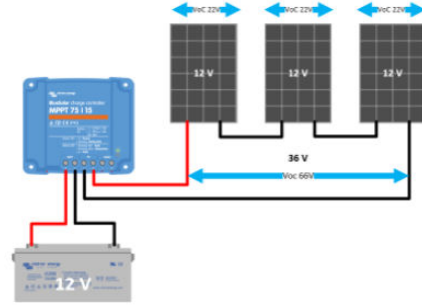
400 W güneş paneli dizisi.

Güneş paneli dizisi toplam gerilimi:

Bir güneş paneli dizisi tasarlarken dizinin açık devre geriliminin (Voc) MPPT gerilim değerini aşmadığından emin olmanız gerekecektir. Güneş paneli dizisi tasarlama hakkında daha fazla bilgi için:

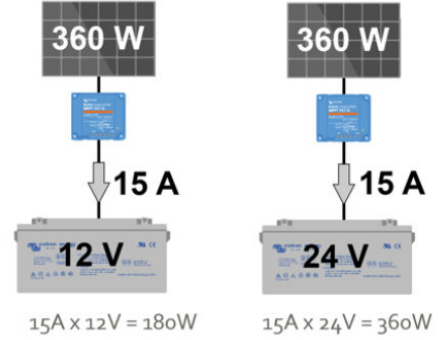
Panellerin seri bağlandığı dizi gerilimi örneği:

12 V güneş panelinin özelliklerine baktığınızda, Voc'nin yaklaşık 22 V olduğunu görürsünüz. 75/15 MPPT güneş enerjili şarj cihazı için güneş enerjisi gerilimi 75 V kadar yüksek olabilir. Bu, seri olarak en fazla 3 x 12 V panel bağlamanıza izin verir.



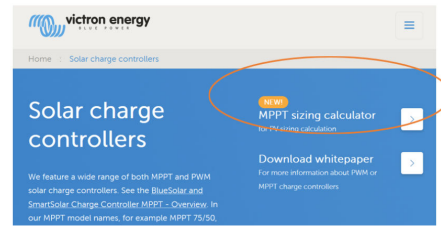
Farklı akü gerilimlerinde MPPT şarj akımı hakkında not:

Örnek: 75/15 MPPT güneş enerjili şarj cihazı için akım değeri 15 A olur. Bu, akünün içine giden akımdır. Bu, 12 V akü ile bağlı olması durumunda, aküye 24 V'luk aküden elde edilecek güçten daha az güç çekeceğiniz anlamına gelir.



Bir güneş paneli dizisi tasarlamaya ve bunu doğru güneş enerjili şarj cihazıyla eşleştirmenize yardımcı olmak için:

Victron MPPT boyutlandırma hesaplayıcısını kullanın. Bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/solar-charge-controllers>.



5. İletişim kabloları

Modern sistemlerdeki ekipmanların birbirleriyle ya da bir kontrol birimi veya izleme cihazıyla iletişim kurabilmesi gerekir. İletişimin gerçekleşmesi için iletişim kabloları gereklidir. Bunlar bir ekipmandan başka bir ekipmana bilgi gönderir. Çoğu zaman bunlar görev için gerekli iletişimlerdir. Kablo arızalanırsa iletişim durur ve sistem çalışmayı durdurabilir.

Invertör/şarj cihazı sistemlerinde kullanılan iletişim kablolarına bazı örnekler:

- Paralel ve/veya 3 fazlı bir sistem oluşturmak için birden fazla invertör veya invertör/şarj cihazı arasındaki iletişim kabloları.
- Örneğin, güneş enerjili şarj cihazı ve Color Control GX ya da başka bir GX cihazı arasında ekipmanları kontrol etmeye yarayan iletişim kabloları.
- BMV şant ve BMV ana ünitesi gibi bir ölçüm cihazı ile izleme cihazı arasında veya bir sıcaklık sensörü ile invertör/şarj cihazı arasında iletişim.
- İnternet veya ağ kabloları.
- Örneğin, alarm rölesi ile jeneratör otomatik çalıştırma sistemi, otomobil kontak anahtarı ile bir DC/DC dönüştürücü veya akü BMS'si ile BatteryProtect arasındaki gibi, iki telli sinyal veya kontrol kablolarıdır.

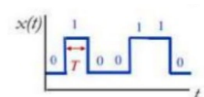
5.1. Veri sinyali

Veri sinyali, gönderdiği bilgi doğrultusunda sürekli olarak değişen bir sinyaldir. Analog veya dijital olabilir.

İletişim kablolarındaki sinyaller bu türlerden herhangi biri olabilir. Bu sinyaller düşük gerilim ve akıma sahiptir. Genellikle 5 V ile sınırlıdır.

Farklı sinyal türleri:

- Analog sinyal: Gerilim herhangi bir değere sahip olabilir ve gerilim ile değer doğru orantılıdır.
- Dijital sinyal: Sinyalin gerilimi sonlu bir gerilim kümesiyle sınırlıdır.
- İkili sinyal: Sadece iki gerilim değeri vardır. Sinyal, açık/kapalı durumunu temsil eder veya birler ve sıfırlardan oluşan diziler göndererek veri iletmek için kullanılır.



5.2. Parazit

Tüm kablolarda olduğu gibi, iletişim kablolarının da yüksek kaliteli olması önemlidir. Ayrıca, konektörlerinin de kaliteli ve kabloya doğru şekilde sıkılmış olması gerekir. Alıcı sokete bağlantının ne kadar iyi olduğu da önemlidir.

İletişim kabloları düşük akımlı ve düşük gerilimli sinyaller taşır. Bu sinyaller belli bir uzunlukta olursa tabii ki gerilim düşüşü meydana gelebilir, ancak bu sinyaller yalnızca çok düşük bir akım taşıdığından, bu çok yaygın bir durum değildir. Kablolar çok uzun olmadığı sürece gerilim düşüşü normalde sorun teşkil etmez.

Bununla birlikte, düşük gerilimli sinyaller uzun bir mesafeye gönderildiğinde iletişim kabloları için başka bir şey kritik hale gelir: parazit.

Farklı parazit türleri ve kaynakları:

- Elektromanyetik parazit - jeneratörlerden, transformatörlerden, elektro motorlardan ve bıçak anahtarlarından kaynaklanır.
- Radyo frekansı paraziti - radyo verici kaynakları, radar ve yetersiz korumalı ekipmanlardan kaynaklanır.
- Elektrostatik parazit - statik elektrikten kaynaklanır.
- Kanal etkileşimi paraziti - yakındaki kablolardan kaynaklanan parazittir.
- Ortak parazit - bir sistemdeki farklı potansiyel toprak bağlantıları arasında oluşan akım geçişinden kaynaklanan parazittir.

İlk 4 durumda kablo bir anten görevi görür ve bu paraziti alır. Parazit, iletişim kablolarında ek elektriğe neden olur. Bu da sinyalin gerilimini değiştirerek gönderilen verinin değişmesine ve iletişimin karışmasına ya da kesintiye uğramasına yol açar.

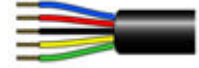
Çok fazla parazitin veya toprak bağlantısı sorununun olduğu gerçekten kötü durumlarda, kablodaki gerilimler, iletişim kablosuna bağlanan ekipmandaki iletişim devresine zarar verecek kadar yüksek olabilir.

Paraziti sınırlamanın veya önlemenin yolları vardır. Bunlar:

- Kabloları kısa tutmak.
- Bükümlü çift kablolar kullanmak.
- Blendajlı kablolar kullanmak.

Blendajsız ve bükümsüz kablolar:

Bu kablolar parazite karşı çok hassastır. Bu nedenle uzunluk limitleri vardır. Bu da yaklaşık 10 metredir. Bu nedenle 10 metreden uzun VE.Direct kabloları satmıyoruz. VE.Direct kablosu blendajsız ve bükümsüz bir kablodur.

*Blendajsız bükümsüz.***Bükümlü çift kablolar:**

Tek bir devrenin iki iletkeni birlikte bükülür. Bu, elektromanyetik parazitin reddedilmesini iyileştirir ve aynı zamanda kabloyu komşu kablolardan gelen çapraz etkileşime daha az duyarlı hale getirir.

*Blendajsız bükümlü çift.***Kablo blendajı:**

Metal bir folyo veya örgü, bir grup kabloyu ve hatta bükümlü çiftleri kaplamak için kullanılabilir.

*Folyo blendaj**Örgü blendaj**Çoklu blendaj*

5.3. İletişim kablosu türleri

Bu paragraf, invertör/şarj cihazı sistemlerinde yaygın olarak kullanılan iletişim kablosu türlerinin kısa bir seçkisini içerir.

İletişim kablosu türleri:

RJ45 düz UTP kablosu:

Bu kablo; bilgisayar ağları, internet ve ethernet için ve aynı zamanda invertör/şarj cihazlarının birbirleriyle ve Çoklu Kontrol paneli veya GX cihazı gibi bir kontrol ürünüyle iletişim kurması için kullanılır.

Kabloda 8 iletken bulunur. Düz bir kabloda bir taraftaki pim 1 diğer taraftaki pim 1'e, pim 2 pim 2'ye bağlanır ve bu böyle devam eder.

Kablo test cihazı kullanarak kablunun doğru şekilde bağlanıp bağlanmadığını test edin. Victron bu kabloyu VE.Bus ve VE.Can ürünleri için kullanır. Artık kullanımdan kaldırılmış olan VE.Net ürünleri için de kullanılmıştır.

Geçmişte genellikle mavi renkte olan bu kablolar, son yıllarda daha farklı renklerde de sunulmaktadır. Diğer üreticiler gibi Victron da farklı uzunluklarda kablolar üretir. Daha fazla bilgi edinmek için bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/cables/rj45-utp-cable>.

Bu kabloları kendiniz yapmanız tavsiye edilmez. Kötü kıvrılmış bir konektör, teşhis edilmesi zor sistem arızalarına yol açabilir.

RJ45 kablosu test etmek için önce kabloyu değiştirin ve sorunun giderilip giderilmediğine bakın. Diğer bir hata kaynağı da erkek RJ45 konektörünün dışı RJ45 soketine düzgün takılmaması veya RJ45 soket kontaklarının yaylanma özelliğini kaybederek artık iyi temas etmemesidir.



RJ45 kros kablolarına dikkat edin. Normal bir "düz" RJ45 UTP kablosu gibi görünürler. Bunlar eski bilgisayar ağlarında veya diğer invertör üreticileri tarafından kullanılmıştır. Düz bir kablunun kullanılmasının gerektiği durumlarda bu kablolardan kullanılmasını durumunda bağlantı sorunları meydana gelebilir. Bu kablolar Victron ekipmanları için kullanılamaz.

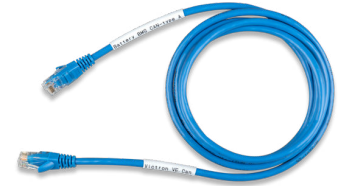
Bazı Victron ürünlerinde yalnızca tek bir RJ45 konektörü vardır. Bu nedenle RJ45 ayırıcı kullanın. Daha fazla bilgi edinmek için bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/cables/rj45-splitter>.

**RJ45 Sonlandırıcı:**

Zincirleme bağlantılı CANbus ağını sonlandırmak için kullanılır. Bir sonlandırıcı zincirdeki ilk ögeye, bir sonlandırıcı da zincirdeki son ögeye yerleştirilir. VE.Can sistemi her zaman iki sonlandırıcıya ihtiyaç duyduğundan, bunlar çift olarak gönderilir. Daha fazla bilgi edinmek için bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/accessories/ve-can-rj45-terminator>.






**Özel pim çıkışlı RJ45 kablosu:**

Normal "düz" RJ45 UTP kablo gibi görünürler, ancak telleri belirli bir amaca yönelik olarak düzenlenmiştir. Bu tür kablolar özel uygulamalar içindir. Genellikle yalnızca benzersiz bir uygulama alanına sahiptirler. Victron ürünlerinde bunlar akıllı bir akü ile Color Control GX veya başka bir GX cihazı arasında kullanılır. Kablo üzerindeki etiket çok önemlidir. Etiket, kablunun dahili olarak nasıl bağlandığının gösterilmesi gerekir. Bunun anlamı, daha sonraki bir aşamada bu kabloların potansiyel olarak iletişim hatasına yol açabilecekleri normal bir sistemde son bulmamaları gerektiğidir. Daha fazla bilgi edinmek için bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/cables/ve-can-to-can-bus-bms>.

**RJ12 UTP kablo:**

BMV şanti ile BMV ana ünitesi arasında kullanılır. 6 iletkenli bir kablodur. Bu kablolar normalde dijital veri göndermek için kullanılsa da, BMV'de analog veri göndermek için kullanılır. BMV bu kablolardan biriyle birlikte gelir. Victron çeşitli uzunluklarda kablolar üretir. Ismarlama bir kablo gerekiyorsa bunlardan birini seçebilirsiniz. RJ45 kabloda olduğu gibi, yalnızca önceden üretilmiş kabloları kullanın. Bu kabloyu kendi imkanlarınızla yapmanız önerilmez. Kötü sıkılmış konektörler, çoğu zaman teşhis edilmesi zor olan, olağan dışı sistem davranışlarına yol açar. RJ12 konektörlü kablolar, telefonlarda da yaygın olarak kullanılır. Ancak telefon kablolarında 6 telin hepsi bulunmaz. Ayrıca, telefon kablosu bükümlü çift değildir. BMV için kullanılamazlar. Daha fazla bilgi için bkz. <https://www.victronenergy.com.tr/cables/rj12-utp-cable>.




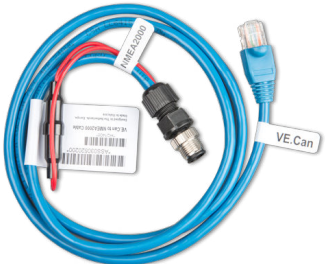


<p>VE.Direct kablosu:</p> <p>4 damarlı bir veri kablosudur. BMV veya MPPT gibi belirli Victron ürünlerinin izlenmesi veya kontrolü için özel bir kablodur. Daha fazla bilgi için bkz. https://www.victronenergy.com.tr/cables/ve.direct.cable.</p>	
<p>Sinyal veya bağlantı teli:</p> <p>Genellikle 1,5 mm²'den kalın olmayan ince bir teldir. Çeşitli renklerde ve tek, çift veya çoklu iletkenli kablo halinde gelirler. Bu kablolar genellikle düşük akımlı analog sinyalleri veya açma/kapatma sinyallerini taşır.</p> <p>Denizcilik uygulamaları için kalaylı bakır çok damarlı bağlantı teli kullanın.</p>	
<p>NMEA2000 kabloları ve konektörleri:</p> <p>Deniz tipi CAN-bus veri ağlarında kullanılır. Bu kablolama, özel deniz tipi veri kablosu ve su geçirmez konektörler, T parçaları ve sonlandırıcılardan oluşur. Daha fazla bilgi edinmek için Wikipedia'ya göz atabilirsiniz.</p>	
<p>RS485 kabloları:</p> <p>Seri iletişim için kullanılır. Victron ürünlerinde, enerji sayaçları ile GX cihazı arasındaki iletişim için kullanılır. RS485 hakkında daha fazla bilgi edinmek için Wikipedia'ya göz atabilirsiniz.</p>	
<p>USB kabloları:</p> <p>Çeşitli türlerde mevcuttur. Victron çoğunlukla A tipi konektör kullanır. USB hakkında daha fazla bilgi edinmek için Wikipedia'ya göz atabilirsiniz.</p>	

5.4. Arayüzler

Arayüzler, bir veri protokolünü başka bir veri protokolüne çeviren küçük cihazlardır. Genellikle bir kabloya bağlı olur veya bir kablunun ucunda bulunurlar.

Victron'a özgü bazı arayüz örnekleri:

<p>MK3 - USB arayüzü:</p> <p>Bir bilgisayarı VE.Bus ürününe bağlamak için kullanılır. MK3, MK2 arayüzünün yerini almıştır. MK2 hâlâ kullanılabilir, ancak kullanılması önerilmez. MK3'e yükseltmeyi ciddi olarak düşünün.</p> <p>Daha fazla bilgi için bkz. https://www.victronenergy.com.tr/accessories/interface-mk3-us</p>	
<p>VE.Direct - USB arayüzü:</p> <p>Bir bilgisayarı VE.Direct ürününe bağlamak veya bir VE.Direct ürünü GX cihazı USB bağlantı noktasına bağlamak için kullanılır.</p> <p>Daha fazla bilgi için bkz.: https://www.victronenergy.com.tr/accessories/ve-direct-to-usb-interface</p>	
<p>RS485 - USB arayüzü:</p> <p>Bir enerji sayacını GX cihazına bağlamak için kullanılır.</p> <p>Daha fazla bilgi için bkz.: https://www.victronenergy.com.tr/accessories/rs485-to-usb-interface</p>	
<p>VE.Can - NMEA 2000 micro-C erkek kablosu:</p> <p>Bir VE.Can ürünü NMEA 2000 ağına bağlamak için kullanılır.</p> <p>https://www.victronenergy.com.tr/accessories/ve-can-to-nmea2000-micro-c-male</p>	

Tüm Victron arayüzleri için <https://www.victronenergy.com.tr/accessories> adresinde bulunan Victron aksesuarları ürün sayfasına bakın.

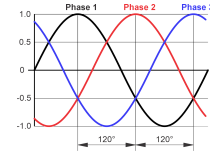
6. AC kablo bağlantısı

Bu bölüm AC elektrik üretimi için dağıtımı, kablo boyutlandırması ve invertör/şarj cihazı sistemlerinin AC kablolanmasını kapsar.

6.1. Elektrik üretimi

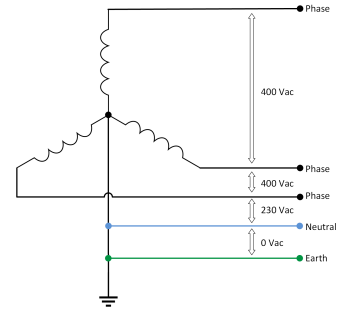
Bir elektrik santralindeki jeneratör 3 fazlı elektrik üretir.

Bu 3 fazın her biri 230 Volt (veya ülkeye bağlı olarak farklı bir gerilim) alternatif gerilime sahiptir. Gerilim 50 (veya 60) Hz frekansında gerçekleşir. Jeneratördeki bobinler döndüğü için her faz arasında 120°'lik bir faz kayması olur.



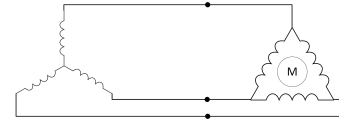
3 bobin birbirine bağlıdır ve yıldız konfigürasyonu olarak adlandırılan üçlü bir devre oluşturur. Tek bir bobin (faz) 230 Vac potansiyele sahiptir. İki bobin arasında ikinci bir potansiyel seviyesi oluşturulur. 120° faz kayması nedeniyle potansiyel, 400 Vac olur.

Fazları ayrı ayrı kullanabilmek için ortak nokta (yıldız noktası) "nötr" adı verilen bir iletkenle bağlanır. Nötr ile fazlardan biri arasında 230 Vac gerilim olur. Nötr iletkeni 3 faz tarafından da kullanılabilen ve 3 ayrı elektrik devresinde kullanılabilen bir iletkenidir.



Elektrikli ev tesisatında yıldız noktası nötr görevi görür. Nötr iletkenin işlevi, her fazın ayrı ayrı kullanılmasını sağlamaktır ve her faz ayrı bir 230 Vac kaynağı olarak kullanılabilir. Nötr ayrıca toprağa çakılan ve topraklama çivisi olarak adlandırılan metal bir çiviye bağlanır. Bu şekilde toprağın potansiyeli 0 Volt olur. Bu bağlantıya topraklama adı verilir.

3 fazlı bir elektrik motoru gibi 3 fazlı bir yük, 3 fazın hepsinden elektrik kullanır. 3 elektrik devresi birbirini dengede tuttuğundan, nötrün işlevi yoktur. Sadece fazlardan biri diğerlerinden daha fazla yük tüketirse nötr akım iletmeye başlar. Bu akıma "dengeleme veya eşitleme akımı" adı verilir.



3 fazlı invertör/şarj cihazları kurulurken bunların yıldız konfigürasyonunda kurulması gerekir. Bu bileşenlerin ortak bir nötrü olmalıdır. Deltaya izin verilmez. Ancak 3 fazlı invertör/şarj cihazı sistemi "delta" konfigürasyonlu bir yüke güç sağlayabilir.

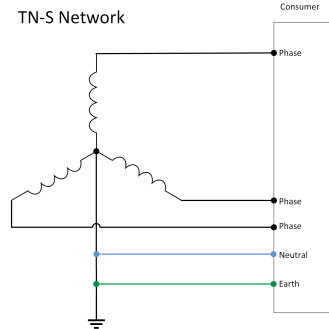
İnvertör/şarj cihazları invertör modunda çalışırken eşit olmayan yükleme sorun teşkil etmez, ancak geçiş modunda çalışıyorlarsa ve dengesiz bir yük ile başa çıkamayan bir jeneratöre bağlılarsa sorun olabilir.

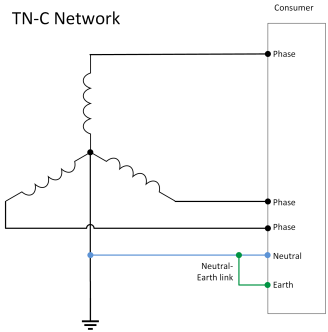
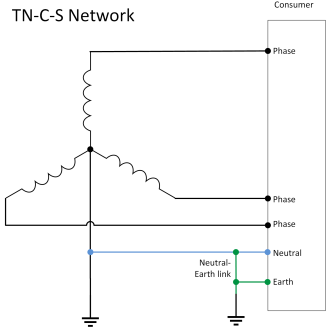
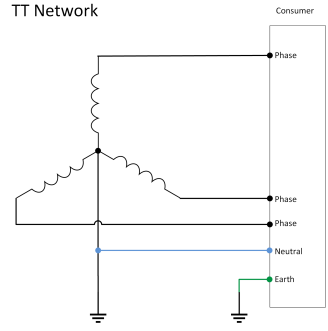
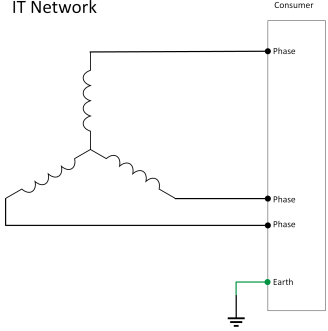
6.2. Dağıtım ağları

Gücün tüketiciye dağıtılmasının farklı yolları vardır. Tüketici sisteminin nasıl bağlandığına dair farklı yollar da vardır. Tüm ağlar 3 fazı besler, ancak nötr ve topraklamanın bağlanma şekli şebeke tipine göre değişir.

TN-S ağı

- Jeneratör yıldız noktası nötr ve topraklama ucuna bağlanır.
- Fazlar, nötr ve topraklama dağıtılır.
- Tüketici, beslenen fazları, nötrü ve topraklamayı kullanır.
- Nötr ve topraklama birbirine bağlı değildir.



<p>TN-C Ağı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeneratör yıldız noktası nötr ve topraklama ucuna bağlanır. • Fazlar ve birleşik nötr-topraklama dağıtılır. • Tüketici, gelen nötr ve topraklama (MEN bağlantısı) bileşenlerini böler. • Tüketici, beslenen fazları ve yeni oluşturulan nötrü ve topraklamayı kullanır. 	<p>TN-C Network</p> 
<p>TN-C-S Ağı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeneratör yıldız noktası nötr ve topraklama ucuna bağlanır. • Fazlar ve birleşik nötr-topraklama dağıtılır. • Tüketici, gelen nötr ve topraklama (MEN bağlantısı) bileşenlerini böler. • Tüketici topraklama bileşenini topraklama çivisine bağlar. • Tüketici, beslenen fazları ve yeni oluşturulan nötrü ve topraklamayı kullanır. 	<p>TN-C-S Network</p> 
<p>TT ağı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeneratör yıldız noktası nötr ve topraklama ucuna bağlanır. • Fazlar ve nötr dağıtılır. • Tüketici, beslenen fazları ve nötrü kullanır. • Tüketici, topraklama çivisi aracılığıyla yerel topraklama oluşturur. 	<p>TT Network</p> 
<p>IT ağı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeneratör yıldız noktası nötr ve topraklama ucuna bağlanmaz. • Fazlar dağıtılır. • Tüketici, beslenen fazları kullanır. • Tüketici yerel topraklama bağlantısı oluşturur. 	<p>IT Network</p> 

6.3. Sistem akımı, VA ve Watt

Sigortaları, kablo boyutunu veya invertör boyutunu doğru bir şekilde hesaplayabilmek için AC devresindeki akımın ne kadar büyük olduğunu bilmeniz gereklidir. Akımı doğru bir şekilde hesaplayabilmek için AC gücünün açıklanması gereken bir yönü vardır: Watt ve VA. Daha önce de açıklandığı gibi, AC gücü alternatif güçtür. Hem gerilim hem de akım DC gibi sabit bir değere sahip değildir, ancak pozitiften negatife, negatiften pozitifte vb. değişir. Bu, 50 Hz'lik bir sistemde saniyede 50 kez, 60 Hz'lik bir sistemde ise saniyede 60 kez gerçekleşir. Dalga biçimi sinüs dalgasıdır.



DC gerilimi

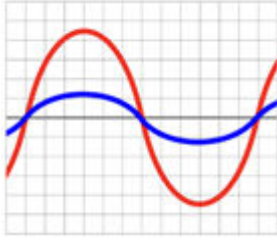


AC gerilimi

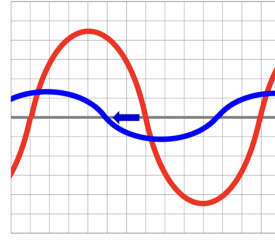
AC devresinde sadece gerilim değil, akım da değişir. Dirençli bir sistemde bunlar aynı anda değişir. Ancak devre dirençli olmayan yükler içeriyorsa akım sinüs dalgası, gerilim sinüs dalgasının gerisinde kalabilir veya gerilim sinüs dalgasının önüne geçebilir. Üç farklı yük türü vardır:

1. Dirençli yükler, dirençli elemanları olan yüklerdir. Bunun örnekleri; ısıtıcılar, akkor ampuller, tost makineleri, saç kurutma makineleri vb. cihazlardır.
2. Endüktif yükler; elektrik motorları veya transformatörler gibi bobinli yüklerdir. Bunların örnekleri; buzdolapları, kompresörler, klimalar ve floresan lambalardır.
3. Kapasitif yükler, kapasitör içeren yüklerdir. Bunların örnekleri; kapasitör bankları, akü şarj cihazları ve UPS cihazlarıdır.

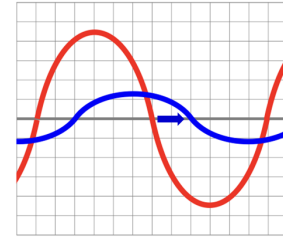
Aşağıdaki resimlerde, farklı yük türlerine sahip bir AC devresindeki gerilim (kırmızı) ve akımın (mavi) davranışı görülmektedir:



1: Dirençli yük, aktif, akım ve gerilim aynı fazdadır



2: Endüktif yük - reaktif pasif, akım gerilimin gerisinde kalır



3: Kapasitif yük - reaktif pasif, gerilim akımın gerisinde kalır

Watt, ekipman tarafından çekilen gerçek güçtür. Watt cinsinden güç derecesi; elektrik şirketinden satın alınan gerçek gücü, jeneratör tarafından tüketilen dizeli veya ekipman tarafından üretilen ısı yükünü belirler.

VA, "görünür güç" anlamına gelir ve gerilim ile ekipmanın çektiği akımın çarpımıdır. VA derecesi; kablolama, devre kesiciler, invertörler veya jeneratörlerin boyutlandırılması için kullanılır.

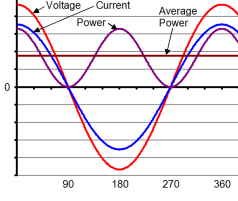
Tamamen dirençli bir AC devresinde gerilim ve akım dalgaları birbirleriyle uyum içinde (veya eş zamanlı) gerçekleşir. Akımı hesaplamak için bu formül kullanılabilir:

$$\text{Current} = \text{Power}/\text{Voltage}$$

$$I = P/V$$

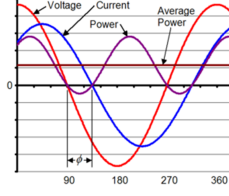
Tamamen dirençli bir sistemde güç faktörü 1'dir. AC devresi endüktör veya kapasitör gibi yükler içerdiğinde, akım ve gerilim dalgaları arasında faz kayması meydana gelir. Bu dalgaların her ikisi de artık uyumlu (eş zamanlı) olmaz.

Dalgalara baktığınızda, gücü hesaplıyorsanız Gerçek gücün (W) görünen güçten (VA) daha az olduğunu görürsünüz.



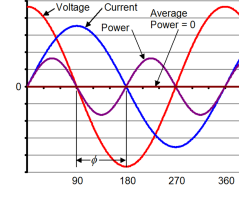
Power factor = 1 $\Phi = 0^\circ$ $\text{Cos}\phi = 1$

Güç faktörü = 1



Power factor = 0.7 $\Phi = 45^\circ$ $\text{Cos}\phi = 0.71$

Güç faktörü = 0,7



Power factor = 0 $\phi = 90^\circ$ $\text{Cos}\phi = 0$

Güç faktörü = 0

Güç faktörü bilindiğinde görünür güç hesaplanabilir.

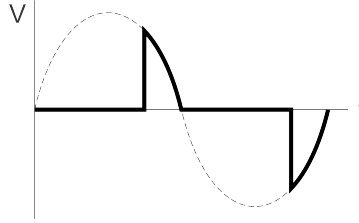
$$W = V \times A \times \text{Power factor}$$

$$\text{True power} = \text{Apparent power} \times \text{Power factor}$$

Ortalama olarak bir konut AC devresi 0,8 ortalama güç faktörüne sahiptir. Yani genel hesaplamalar için güç faktörü olarak 0,8 kullanılması uygundur.

Doğrusal olmayan yükler:

Doğrusal olmayan yük adında bir yük türü daha vardır. Basitçe söylemek gerekirse bunlar sinüs dalgasının bütününü eşit olarak yüklemeyen yüklerdir veya dalganın yalnızca bir kısmını kullanabilirler. Doğrusal olmayan yük tarafından çekilen akım, yükün sinüs dalga gerilimine bağlı olmasına rağmen sinüs dalgası şeklinde olmaz.



Doğrusal olmayan yük örneği. Gerilimin sadece bir kısmı yüke uygulanır.

Bunlar genellikle diyotlar, tristörler veya LED'ler gibi yarı iletkenler içeren yüklerdir. Bunlara örnek olarak AC LED aydınlatma, ışık dimmerleri, ısı tabancaları, redresörler ve bazı yumuşak kalkış cihazları verilebilir.

Bir invertör doğrusal olmayan bir yüke güç sağladığında, yükün ve invertörün güç derecesine bağlı olarak invertör beklenenden daha erken bir aşırı yük durumu yaşayabilir.

6.4. AC kablolama

Ev veya fabrika kurulumunda, gelen elektrik genellikle dağıtım panosunda gruplara ayrılır. Her bir AC devresi (grup) için elektrik kablolarının çapı, o devrede beklenen maksimum akımın boyutuyla eşleştirilmelidir. Bu, bağlı yükleri ve elektrik kablolarını korumak için gereklidir.

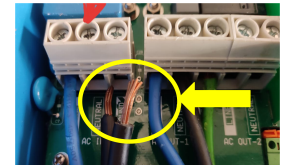
AC devrelerinde gerilim düşüşü ve kablolarda ısınma da meydana gelebilir. Gerilim düşüşleri bağlı cihazlara zarar verebilir ve kabloların ısınmasına yol açabilir. Uç durumlarda ise ev yangınlarıyla sonuçlanabilir.

Kablo bağlantılarının iyi yapılması da son derece önemlidir. Yetersiz kablo bağlantıları da gerilim düşüşüne ve ısınmaya yol açabilir. Daha önce açıklanan yönergelere uyun.

Sert AC kabloları kullanmayın:

İnvertörü/şarj cihazını sert telli kablolarla bağlamaktan kaçının (sağdaki resimde gösterildiği gibi).

Sert telli kablolar, invertör/şarj cihazı AC konektörleri için uygun değildir. Temasının zayıf olması ve bağlantının kesilmesi riskine yol açarlar. Bunun yerine ince ve esnek telli kablolar kullanın.



Gevşemiş sert AC kabloları.

Kablo boyutlandırması:

Victron Energy toolkit uygulamasında 120, 240 ve 400 Vac sistemler için AC kablolarının hesaplanmasına yönelik bir gereklilik de bulunur. Uygulamayı kullanırken amaç, gerilim düşüşü %2,5'in altında kalacak şekilde bir kablo boyutu seçmektir.

Kablolama hesaplamaları için, daha önce açıklandığı gibi DC kablo bağlantısı ile benzer hesaplamaları kullanabilirsiniz. Ancak daha önce bahsedilen genel kuralın kullanılmayacağını unutmayın. 200'den 400 Vac'a kadar olan gerilimler için kablolama uygulamalarında bu genel kuralı izleyin:

- mm² cinsinden gerekli çekirdek yüzey alanı, nominal akımın 8'e bölünmesiyle elde edilir.
- Her 5 metre kablo uzunluğu için 1 mm² ekleyin.



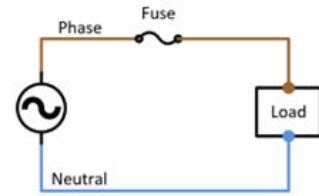
Lütfen "genel kuralın" yerel AC kablolama standartlarınızı karşılamayabileceğini göz önünde bulundurun. Bu kuralın yalnızca bir yol gösterici olarak kullanılması amaçlanmıştır.

6.5. AC sigortalarını ve devre kesicileri kontrol edin

Sigortalar genellikle dağıtım panosunda bulunur. Her AC devresi (grubu) ayrı sigortalanır. Sigorta, beklenen yükün boyutuna ve kablolama kalınlığına göre eşleştirilir.

Sigorta şunlara karşı koruma sağlar:

- Aşırı yük - sistemde normalde beklenenden daha fazla akım olduğunda.
- Kısa devre - faz iletkeni yanlışlıkla Nötr veya topraklama ile temas ettiğinde.



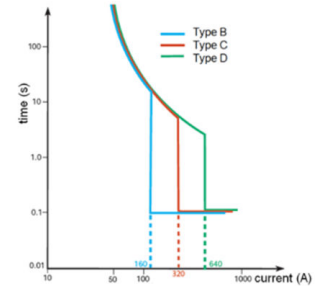
Geleneksel olarak sigorta, içinden kabul edilemez bir akım geçtiğinde eriyen bir tel içerir. Sigortadaki tel eridiği anda elektrik devresi kesilir ve daha fazla akım geçişi olmaz.

Daha yaygın olarak aşırı akıma karşı koruma sağlamak için otomatik devre kesiciler kullanılır. Bunlara Minyatür Devre Kesici (MCB) adı verilir. Bu cihazın kapatma mekanizmasını etkinleştirmek için iki tetikleyicisi vardır. Uzun süreli küçük aşırı yük akımları için termal tetikleyici ve kısa devre akımları gibi kısa süreli büyük akımlar için manyetik tetikleyici.

MCB'lerin üç türü vardır: B, C ve D. Hepsi aynı termal özelliklere sahiptir. Ancak farklı kısa devre akım seviyelerine sahiptirler.

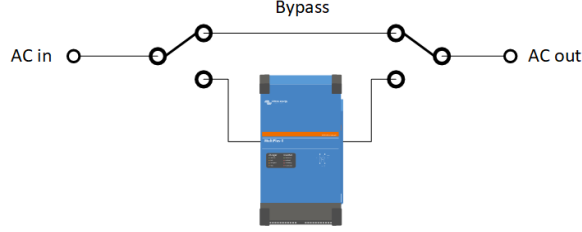
- Tip B, 5 In (5 nominal akım) seviyesinde bağlantıyı keser ve genellikle ev tipi MCB olarak kullanılır
- Tip C, 10 In seviyesinde bağlantıyı keser ve transformatörler ve floresan lambalarda kullanılır.
- Tip D, 20 In seviyesinde bağlantıyı keser ve büyük motorlar, transformatörler ve cıva buharlı lambalarda kullanılır.

Kısa devre akımı oluştuğunda, yeterli akım ile MCB (B, C veya D) 100 ms içinde kapatılır.



6.6. AC baypas anahtarı

İnvertör/şarj cihazı sistemine manuel baypas eklenmesi tavsiye edilir. Bu özellikle kritik görev sistemlerinde kullanışlıdır. Bunu yapmak, invertörü/şarj cihazını atlamaya ve AC girişini (şebeke veya jeneratör) doğrudan yüklerle bağlamaya olanak tanır. İnvertör/şarj cihazı için konfigürasyon değişikliğinin gerekmesi veya invertör/şarj cihazında herhangi bir sorunun olması ve servis için çıkarılması gerektiğinde AC girişini (şebeke veya jeneratör) doğrudan bağlamak oldukça değerlidir.

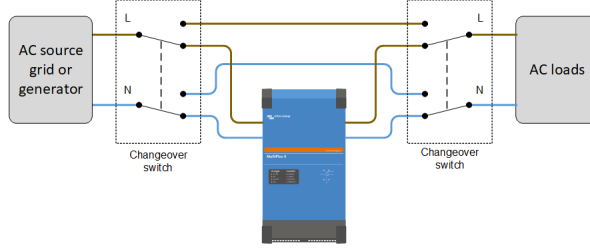


Baypas anahtarının işlevi.

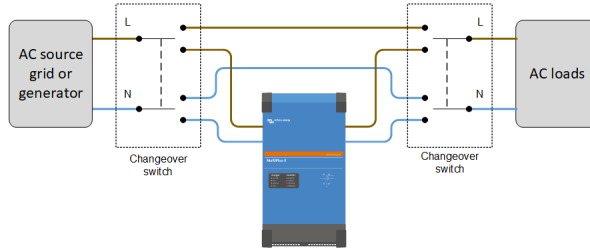
Baypas oluşturmak için invertöre/şarj cihazına giden ve gelen AC yollarının kesilmesi ve ayrı bir baypas devresinin kurulması gerekir. Baypas, sistemin tam AC yüküne göre derecelendirilmelidir.

Manuel baypas, iki baypas anahtarı kullanılarak oluşturulabilir. Uygun bir değiştirme anahtarı örneği, ortası kapalı konum olan Hager SF263 2 kutuplu değiştirme anahtarıdır.

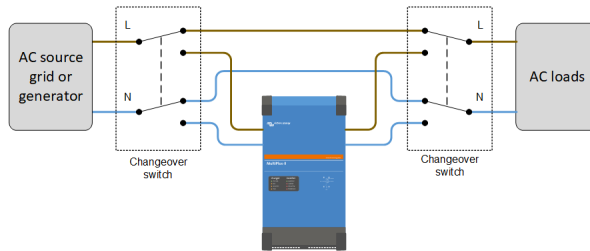
Aşağıdaki şemalarda, değiştirme anahtarlarının sisteme nasıl bağlandığı ve 3 anahtarlama olasılığı gösterilmektedir.



İnvertör/şarj cihazı bağlı ve baypas bağlantısı kesilmiş.



İnvertör/şarj cihazı ve baypasın her ikisinin de bağlantısı kesilmiş.



İnvertör/şarj cihazı bağlantısı kesilmiş ve baypas bağlı.

MultiPlus Compact veya Multiplus 500 ila 2000 VA gibi düşük güçlü bir invertör/şarj cihazı kullanılması durumunda, invertör/şarj cihazını manuel olarak baypas etmek kolaydır. Bunun için siyah AC giriş ve AC çıkış konektörlerini invertör/şarj cihazından çekip çıkarmak ve bu konektörleri birbirlerine takmak yeterlidir.

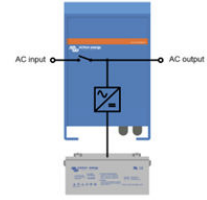


MultiPlus Kompakt AC konektörleri

6.7. AC kablolama paralel invertör/şarj cihazı sistemleriyle ilgili özel hususlar

Birden fazla invertör/şarj cihazı paralel bağlanarak daha büyük bir invertör/şarj cihazı oluşturulabilir. Paralel bir sistemi AC kaynağına bağlarken AC kablolarının uzunluğu ve kalınlığı önemlidir. DC kablomadan farklı olarak AC kablolama için kabloların çok kısa veya çok kalın olmaması önemlidir. Aşırı kalın AC kabloları kullanmaktan kaçının. Aşırı kalın kablo kullanmanın olumsuz yan etkileri vardır.

Paralel bir sistemde, her bir invertör/şarj cihazı aynı olmalıdır. Ancak bu her zaman geçerli değildir. Her invertör/şarj cihazı dahili bir AC giriş kontaktörü içerir. Bu kontaktörler her zaman tamamen aynı değildir. Diğer kontaktörlere kıyasla iç dirençlerinde küçük farklar olabilir. Bu küçük direnç farkı AC akımının bir üniteden diğerine yönlendirilmesine neden olabilir.



Invertör/şarj cihazı dahili kablolama örneği.

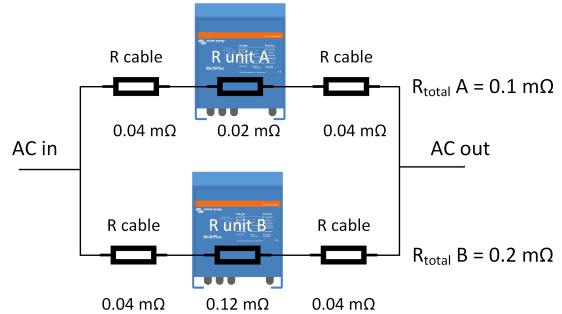
Paralel bir sistemde, AC akımı tüm paralel invertör/şarj cihazı ünitelerine eşit olarak dağıtılmalıdır. Kablolardaki direnç çok düşük olduğunda, kontaktör direncindeki küçük fark büyük bir göreceli fark oluşturur. Bu da eşit olmayan akım dağılımına yol açar.

Abartılı bir örnek:

A ünitesi ve B ünitesi paralel bağlanmıştır. Son derece kalın ve kısa kablolar kullanılmış, böylece çok düşük bir kablolama direnci elde edilmiştir. Ancak, iki ünite hafif bir dahili (AC kontaktör) dirence sahiptir. Bkz. sağdaki resim.

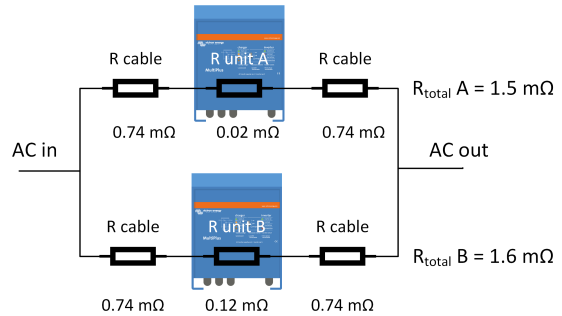
Bu senaryoda, A ünitesi için toplam direnç 0,1 mΩ, B ünitesi için toplam direnç 0,2 mΩ düzeyindedir.

Bu da, A biriminin B biriminden iki kat daha fazla akım taşımaya neden olur.



Şimdi aynı 2 üniteyi daha ince ve daha uzun kablolarla paralel olarak kullanıyoruz. Bkz. sağdaki resim. A ünitesi için toplam direnç 1,5 mΩ, B ünitesi için toplam direnç 1,6 mΩ düzeyindedir. Bu çok daha iyi bir akım dağılımı sağlar.

A ünitesi B ünitesinden sadece 1,066 kat daha fazla akım taşır.



AC akımlarının eşit olmayan dağılımını önleme:

Bu sorundan korunmak için benzer uzunlukta uzun AC kablolarının kullanılması tavsiye edilir. Her zaman ürün kılavuzunda önerilen kablo uzunluklarına ve kalınlıklarına uyun. AC kablolarının kesitini kılavuzda önerilenden daha fazla artırmayın!

Örnek:

100 A geri besleme kontaktörünün gerilim düşüşü toleransı 100 A düzeyinde yaklaşık 20 mV olur. Bu nedenle, toplam kablo direnci (giriş + çıkış) $R = 60 \text{ mV}/100 \text{ A} = 0,6 \text{ m}\Omega$ düzeyinin üstünde olmalıdır.

AC akımlarının eşit dağılımının kontrol edilmesi:

Bu tür bir kablolama sorununun paralel bir sistemi etkileyip etkilemediğini kontrol etmenin en iyi yolu aşağıdaki gibidir:

- Sistemi tamamen yükleyin.
- Her bir akım için AC akımını ölçün (akım pensi ile).
- Akımları karşılaştırın.



Akım ölçümleri çok yakın olmalıdır. Büyük farklar varsa kablolamada (veya bir bağlantıda) sorun var demektir.

AC sigortası ve paralel diziler:

Her bir ünitenin ayrı sigortalanması gerekir. Aynı direnç nedeniyle her üniteye aynı tür sigorta kullandığınızdan emin olun. Mekanik bağlantılı sigortalar kullanmayı düşünün

Daha fazla bilgi:

Paralel ve 3 fazlı sistemler hakkında daha fazla bilgi için Paralel ve 3 faz kılavuzunu okuyun. Bkz. https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems

6.8. Faz rotasyonlu 3 fazlı invertör/şarj cihazı sistemleri

Faz rotasyonu:

3 fazlı bir beslemenin 3 fazı olan L1, L2 ve L3 sayı sırasına göre bağlanmalıdır. Şebekeden veya jeneratörden gelen AC beslemesinin faz rotasyonuna özellikle dikkat edin. Yanlış rotasyonda bağlandığında, sistem şebeke girişini kabul etmez ve sadece invertör modunda çalışır. Bu durumu düzeltmek için iki fazı birbiriyle değiştirin. Faz rotasyonunu düzeltmenin hızlı bir yolu rastgele 2 fazı değiştirmek ve bu durumda invertör sisteminin AC girişini kabul edip etmeyeceğini görmektir.

Sistemin mobil olması durumunda, bir noktada yanlış bağlanmış faz rotasyonu olan bir jeneratör veya şebeke bağlantısının olması ve invertör/şarj cihazı sisteminin girişi reddederek invertör modunda kalması ve sonuç olarak aküleri boşaltması muhtemeldir. Fazlardan ikisini değiştirebilen basit bir değiştirme anahtarı monte etmek, işlemi durdurmadan faz rotasyonu sorununu anında düzelten iyi bir çözümdür. Manuel anahtarlamamanın yanı sıra, bunu yapmak için otomatik cihazlar da mevcuttur.

Paralel ve 3 fazlı sistemler hakkında daha fazla bilgi için Paralel ve 3 faz kılavuzunu okuyun. Bkz. https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems

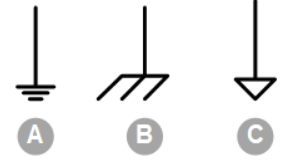
7. Toprak bağlantısı, topraklama ve elektrik güvenliği

Toprak bağlantısı veya topraklama, bir elektrik devresindeki elektrik akımı için ortak bir dönüş yolu sağlar. Bir tesisatın nötr noktasının genel topraklama kütesine veya şasiye bağlanmasıyla oluşturulur. Toprak bağlantısı elektrik güvenliği için gereklidir ve ayrıca devrede gerilimlerin ölçüldüğü referans noktası oluşturur.

Genel olarak 3 tür toprak bağlantısı vardır:

- Topraklama
- Şasi topraklaması
- Toprak bağlantısı

- Topraklama**, toprağa doğrudan fiziksel bağlantıyı ifade eder. Genellikle toprağa bakır bir çubuk (topraklama çivisi) çakılarak yapılır. Ancak, sistemin yaşına ve konumuna bağlı olarak toprağa gömülü bakır bir plaka veya bakır şerit veya bir evdeki su şebekesi veya su boruları da bu amaçla kullanılabilir.
- Şasi topraklaması**, bir aracın veya bir teknenin metal gövdesi gibi metal bir şasiye yapılan bağlantıdır. Elektrik ekipmanının metal kasası da bu amaçla kullanılabilir.
- Toprak bağlantısı**, bir devrede gerilimlerin ölçüldüğü ortak bir referans noktasıdır. Sonuç olarak gerilim, toprak bağlantısının üstünde (pozitif) veya toprak bağlantısının altında (negatif) olabilir.



7.1. Elektrik güvenliği

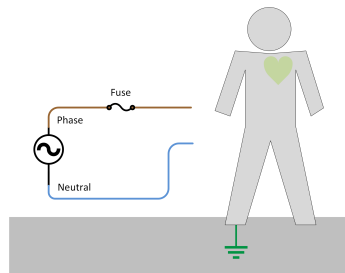
Elektrik tehlikelidir. İnsanlarda ölüm, yaralanma veya yanıklara yol açabilir. Elektrğin en tehlikeli kısmı akımdır. İnsanın içinden geçen küçük bir akım bile çok tehlikeli olabilir. Aşağıdaki tabloya bakın.

Elektrik akımı (1 saniyelik temas)	Fizyolojik etkiler
1 mA	Karıncalanma hissi eşiği.
5 mA	Zararsız akım üst sınırı olarak kabul edilir.
10 - 20 mA	Sürekli kas kasılması başlangıcı ("bırakamıyorum" akımı).
100 - 30 mA	Ventriküler fibrilasyon. Devam ederse öldürücüdür. Solunum işlevi devam eder.
6 A	Sürekli ventriküler kasılma ve ardından normal kalp ritmi (defibrilasyon). Geçici solunum felci ve muhtemel yanıklar.

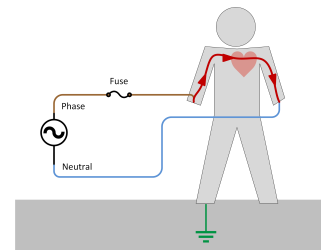
Elektrik devresi kapanır kapanmaz akım geçer. Örneğin, akım taşıyan ve nötr olmak üzere boşa duran iki AC kablosu düşünün. Kablolar asılı dururken devre kapalı olmadığı için akım geçişi olmaz. Ancak bir elinizle akım taşıyan tele, diğer elinizle de nötr tele dokunduğunuz anda devreyi kapatmış olursunuz ve elektrik akım taşıyan telden vücudunuz ve kalbiniz aracılığıyla Nötr tele geri akar. Sigorta atana kadar akım geçmeye devam edecek, ancak sigorta atana kadar muhtemelen çoktan ölmüş olursunuz.



Açıkta kalan elektrik telleri.



Elektrik devresi kapalı değildir ve elektrik akamaz.



Elektrik devresi kapalıdır ve elektrik akar.

Nötr ve akım taşıyan tellere aynı anda dokunmanın dışında, güvenli olmayan bir durumun ortaya çıkmasının bir yolu daha vardır ve bu da elektriğin topraklama üzerinden akmasıdır. Bu, bir kişinin aynı anda bir faza ve nötr iletkene dokunmasından daha yaygın bir durumdur. Nötr iletkene bir noktada toprağa bağlanır. Bu durum ev tesisatında, dağıtım şebekesinde veya güç jeneratöründe (yıldız noktası) olabilir.

Elektrik ekipmanında arıza varsa bu ekipmanın dış kısmındaki metal parçalar akım taşıyabilir. Bunun nedeni, akım taşıyan elektrik teli ile ekipmanın metal muhafazası arasında dahili bir kısa yolun olması olabilir. Örneğin, arızalı bir çamaşır makinesini düşünün. Elektrik arızası, mekanik hasar veya hasarlı elektrik kablolarının elektrikli ekipmanın metal muhafazasına temas etmesi nedeniyle arıza meydana gelmiş olabilir.

Arızalı çamaşır makinesine dokunduğunuz anda elektrik, fazdan metal gövdeye ve oradan da sizin üzerinden toprağa akar. Elektrik daha sonra topraktan şebeke beslemesinin Nötr kısmına akar. Devre tamamlanmıştır. Elektrik, şebeke kaynağındaki sigorta atana kadar akmaya devam eder. Ancak önceki durumda olduğu gibi, muhtemelen çoktan ölmüş olursunuz.

Elektrik tesisatlarını daha güvenli hale getirmek için topraklama iletkeni kullanılmaya başlanmıştır. Topraklama teli metal muhafazayı toprağa bağlar.

Bu durumda arızalı ekipmana dokunursanız elektrik size değil topraklama kablosuna akar. Bunun nedeni, elektriğin en az direnç gösteren yoldan geçmesidir. Sizden ve topraktan geçen yol, topraklama kablosundan geçenden daha dirençli bir yoldur. Yine de çok az miktarda akımın da insan üzerinden geçebileceğini unutmayın. 30 mA üstü bir akım halihazırda tehlikeli olabilir.

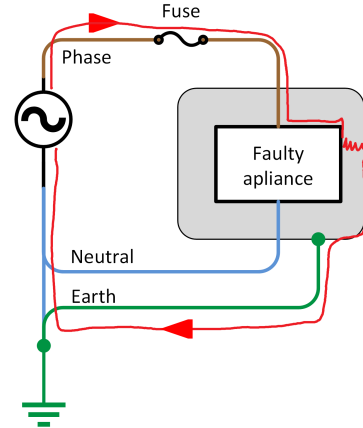
Sadece bir topraklama kablosunun yeterli olmadığını unutmayın. Tesisatta kaçak akım cihazı da (RCD) gereklidir. Daha fazla bilgi edinmek için [RCD, RCCB veya GFCI \[60\]](#) bölümüne bakın.

7.2. Topraklama kabloları

İyi topraklama kabloları, elektrik güvenliği için son derece önemlidir. Kablo ve topraklama bağlantıları düşük elektrik direncine sahip olmalıdır. Elektriğin en az direnç gösteren yoldan geçtiğini unutmayın. Bu nedenle, topraklama kablosunun yeterince kalın ve tüm bağlantıların sıkı olduğundan emin olmanız gereklidir.

Ekipman arızası olduğunda topraklama kablosunun içinden büyük akım geçişleri olabilir. Topraklama kablosunun sistem sigortası atana kadar bu akımı taşıyabilmesi gerekir. Bu nedenle topraklama kablosunun yeterince kalın olması önemlidir.

Topraklama veya toprak bağlantısı kabloları sarı/yeşildir. Eski kurulumlarda veya farklı ülkelerde yeşil bir kablo da görebilirsiniz.



DİKKAT: Doğru topraklama kablosu boyutlandırması için her zaman yerel kabloları yönetmeliklerine uyun.

7.3. RCD, RCCB veya GFCI

Elektrik çok tehlikeli olabilir. Bir sisteme topraklama iletkeni eklemek güvenliği artırır, ancak RCD (artık akım cihazı) eklemek tesisatı daha da güvenli hale getirir.

Tüm AC tesisatlarında RCD kullanılması zorunludur.

RCD işlevi:

RCD, elektriğin toprağa aktığını tespit eder ve bunu tespit ettiği anda bağlantıyı keser. Sistemde arıza varsa veya daha da önemlisi bir kişinin üzerinden akım geçiyorsa elektrik toprağa akar. RCD'ler, toprağa akım geçişi tespit edilir edilmez bağlantıyı kesmek üzere tasarlanmıştır.

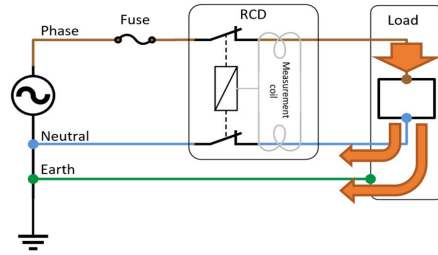
Kaçak akım cihazı (RCD) farklı adlarla da bilinir:

- Kaçak akım devre kesicisi (RCCB).
- Toprak bağlantı arızası devre şalteri (GFCI).
- Toprak bağlantı arızası şalteri (GFI).
- Cihaz kaçak akım şalteri (ALCI).
- Güvenlik anahtarı.
- Toprak kaçağı cihazı.

RCD'nin çalışması:

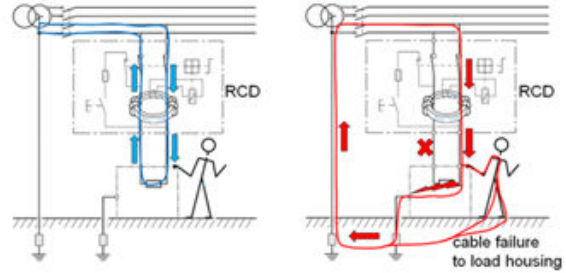
RCD; faz ve nötr iletken arasındaki akım dengesini ölçer. Cihaz, faz ve nötr arasındaki akımda fark tespit ettiğinde kontağını açar.

Güvenli bir sistemde, besleme ve dönüş akımlarının toplamı sıfır olmalıdır. Aksi takdirde, sistemde hata vardır ve akım toprağa veya başka bir devreye sızıyordur.



RCD'ler, geleneksel devre kesicileri veya sigortaları (birkaç Amper) tetiklemek için gereken akımlardan çok daha küçük (genellikle 5 - 30 mA) olabilen bu kaçak akımı tespit ederek elektrik çarpmasını önlemek üzere tasarlanmıştır. RCD'lerin 25 - 40 milisaniye içinde çalışması amaçlanır. Bu süre, elektrik şokunun kalbi elektrik çarpmasıyla ölümün en yaygın yol açan nedeni olan ventriküler fibrilasyona sokması için gereken süreden daha hızlıdır.

Kısa devre, aşırı yük ve toprak kaçağı akımlarına karşı koruma sağlayan bir sistem, güvenli bir sistemdir.



Toprak kaçağı tespiti, TN veya TT sisteminde olduğu gibi, yalnızca nötr iletkenin topraklama iletkenine bağlı olduğu sistemlerde gerçekleşebilir. Bir IT ağında toprak kaçağı tespiti mümkün değildir.

RCD nereye monte edilir?

Elektrik tesisatında yüklerden önce RCD monte edilmelidir. Gerçekte bu durum, RCD'lerin tesisat farklı gruplara ayrılmadan önce monte edilmesi gerektiği anlamına gelir. İnterör veya interör/şarj cihazı kullanılıyorsa RCD bundan sonra gelmelidir. Aksi takdirde interör çalışırken topraklama olmaz. Sadece kıyı elektriğine bağlıyken çalışan tüketicilerin kendi RCD'lerinin olması gerekir.

RCD'lerin Rahatsız Edici Şekilde Atması

Bazı tesisatlarda RCD'ler zamanından önce atar. Bu durum aşağıdakilerden kaynaklanabilir:

- Sistemde çift MEN (nötr-topraklama) bağlantısı vardır. Bu da topraktaki potansiyel fark nedeniyle RCD'nin atmasına yol açmaktadır.
- Sistemde "eşik değerin altında" küçük miktarda nötr toprak kaçağına neden olan ekipmanlar vardır ve bunun kümülatif etkisi RCD'lerin öngörülemez bir şekilde atmasına yol açabilir. Sorun giderme sırasında ilk olarak kontrol edilmesi ve bağlantısının kesilmesi gereken ve yaygın olarak sorun çıkaran bazı cihazlar şunlardır: aşırı gerilim korumalı güç panoları, eski buzdolaplarının kompresörleri ve elektrikli sıcak su üniteleri (kendi topraklama sistemlerinin ana topraklama çivisinden farklı olması nedeniyle).

7.4. İnvörtörlerde ve invörtör/şarj cihazlarında nötr-topraklama bağlantısı

RCD'nin çalışabilmesi için AC güç kaynağının nötr-topraklama bağlantısına (MEN bağlantısı) sahip olması gerekir. Bu durum şebeke için geçerli olduğu gibi AC kaynağının jeneratör veya invörtör olması durumunda da geçerlidir.

- AC güç kaynağı şebeke ise MEN bağlantısı şebekenin tesisata girdiği panoda kablolanır.
- AC güç kaynağı jeneratör ise MEN bağlantısı jeneratörün AC bağlantı terminallerine bağlanır.
- AC güç kaynağı invörtör ise MEN bağlantısı ya invörtörün AC bağlantısında ya da tesisat panosunda kablolanır.

Ancak invörtör/şarj cihazları birlikte kullanıldığında, MEN bağlantısı daha az basit olur. İnvörtör/şarj cihazının iki farklı çalışma modu vardır:

- İnvörtör modunda, bağımsız bir invörtör olarak çalışır ve sistemdeki ana güç kaynağı olur.
- Şarj cihazı modunda ise şebeke veya jeneratör gücünü sisteme besler.

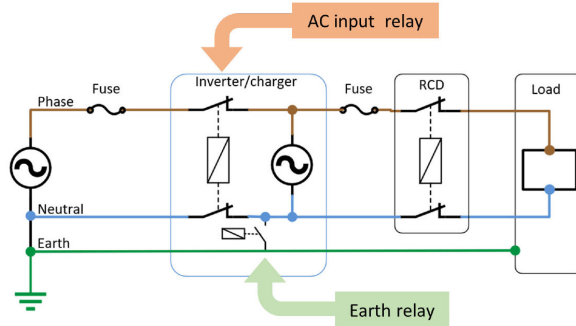
İnvörtör/şarj cihazı dönüştürme işlemi yaparken ve güç kaynağı olarak hareket ederken bağımsız bir MEN bağlantısı yapmak zorundadır. Ancak jeneratör veya şebeke beslemesi üzerinden besleme yaptığında, gelen besleme invörtör/şarj cihazı yerine MEN bağlantısına sahip olmalıdır.

Victron invörtör/şarj cihazlarında dahili toprak rölesi bulunur. Bu röle; topraklama ve nötr arasındaki bağlantıyı otomatik olarak kurar veya keser. Bunun istenmediği durumlarda bu röle; invörtör/şarj cihazı ayarlarından kapatılabilir. Röle kapatılırsa sistemde nötr-topraklama bağlantısı yapmanız gerekeceğini unutmayın.

Aynı şekilde, bazı kurulumlarda nötr iletkeninin kesilmesine izin verilmeyebilir. Bu durumda, invörtör/şarj cihazı-II kullanılıyorsa AC nötr yolunun harici olarak birleştirildiğini belirten türde bir şebeke kodu ayarı seçin.

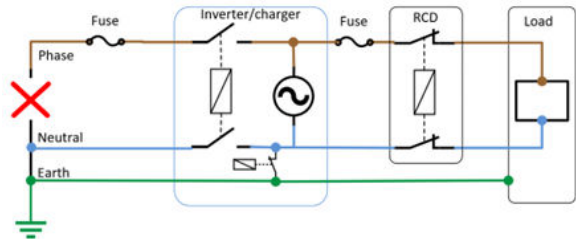
İnvörtör/şarj cihazı şarj modunda ve/veya besleme modundadır:

İnvörtör AC gücüne bağlandığında AC rölesi kapalıdır ve aynı zamanda topraklama rölesi açıktır. AC çıkış sistemi nötr-topraklama bağlantısını sağlamak için AC güç kaynağından yararlanır. AC çıkış devresindeki RCD'nin çalışması için bu bağlantı gereklidir. Topraklama rölesi AC giriş rölesi



İnvörtör/şarj cihazı invörtör modundadır:

AC güç kaynağı bağlantısı kesildiğinde, kapatıldığında veya arızalandığında, AC giriş rölesi açılır. AC giriş rölesi açık olduğunda, tesisatta artık nötr-topraklama bağlantısı olmaz. Bu nedenle, topraklama rölesi de kapanır. Toprak rölesi kapanır kapanmaz invörtör/şarj cihazı dahili bir nötr-topraklama bağlantısı kurmuştur. AC çıkış devresindeki RCD'nin çalışması için bu bağlantı gereklidir.



7.5. Mobil kurulumlar

Mobil kurulum, şebekeden bağımsız olarak çalışan bir kurulumdur. AC gücüne bağlandığında, genellikle farklı konumlardaki şebekeye ve/veya jeneratörlere bağlanır. Örneğin, tekneler, araçlar veya mobil yedek güç sistemleri. Bu bölümde tekne tesisatı kullanılmıştır. Ancak bu bilgiler herhangi bir mobil tesisat için kullanılabilir.

Mobil bir sistemin topraklama çivisi yoktur. Bu nedenle, merkezi bir topraklama potansiyeli oluşturmak için bunun yerine başka bir şeye ihtiyaç vardır. Yerel topraklama oluşturmak için teknenin veya aracın dokunulabilir tüm metal parçaları birbirine bağlanmalıdır. Bir tekne veya araçtaki metal parçalar arasında; şasi, gövde, metal sıvı boruları, korkuluk, motor, elektrik prizi topraklama kontakları, yıldırım iletkenleri ve topraklama plakası (varsa) yer alır.

Mobil bir sistem tipik olarak çeşitli güç kaynaklarına bağlanır. Bu durumlarda bazen kıyı güç kaynağındaki uçlardan hangisinin topraklama ile bağlantılı olduğu veya topraklamanın mevcut olup olmadığı net olmayabilir. Ayrıca, faz ve nötr doğru şekilde bağlanmamış olabilir. Bunun gibi bir besleme kaynağının mobil bir sisteme bağlanması, toprağa kısa devre oluşturabilir. Diğer bir olasılık da topraklamanın hiç olmamasıdır.

Mobil sistemin güce bağlanıp bağlanmadığı veya güç bağlantısının kesilip kesilmediği ve otonom bir şekilde çalışıp çalışmadığı da önemlidir.

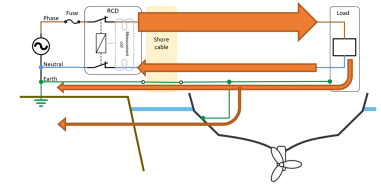
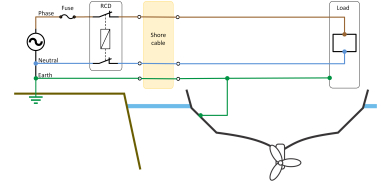
Mobil sistemin içinde bulunabileceği farklı durumların örnekleri şunlardır:

Bir teknenin kıyı elektriğine bağlanması

Bir tekne demirlediğinde ve kıyı elektriğine bağlandığında tesisat konut tesisatına benzer. Tek fark, teknenin evde bulunan topraklama çivisi gibi bir topraklama bağlantısının olmamasıdır.

Tekne tesisatında, kıyı bağlantısı tarafından sağlanan topraklama kullanılır. Ne yazık ki, marina kablolarının genellikle uzun olması ve kablo damar kalınlığının yetersiz olması nedeniyle bu topraklama her zaman güvenilir değildir. Güvenli bir durum sağlamak için teknenin gövde gibi metal parçalarının kıyı güç kablосundan gelen topraklama iletkenine bağlanması gerekir. Kıyı elektriği topraklama iletkeni nötre bağlanır.

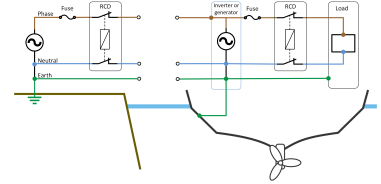
Toprak kaçığı meydana gelirse akım, şebeke kablосundaki toprak iletkeni ve aynı zamanda tekne gövdesi üzerinden su yoluyla kıyı topraklamasına geri akar. Her iki toprak kaçığı devresi de aynı potansiyele sahiptir ve bir bakıma paralel bağlıdır. Ancak kıyı kablосundaki topraklama iletkeninden daha fazla akım geçer. Gövde ve sudan geçen yol daha büyük dirence sahiptir. Yine de, faz akımını nötr üzerinden gelen akımla karşılaştıracığından, RCD toprak arızası tetikler.



Teknenin kıyı elektriği bağlantısının kesilmesi

Tesisat artık şebekeden bir parçası olmadığı ve nötr ve topraklama bağlantısı kaybolduğu için teknenin kıyı elektriği bağlantısı kesilir kesilmez tesisatın tamamı değişir.

Tesisat artık ana güç kaynağıdır ve yük ile birlikte kendi otonom elektrik devresini oluşturur. Gövdeye ve suya herhangi bir akım geçişi olmaz.



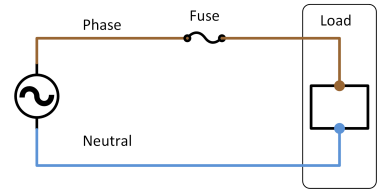
Teknede veya araçta hareketli ağ (IT Ağı)

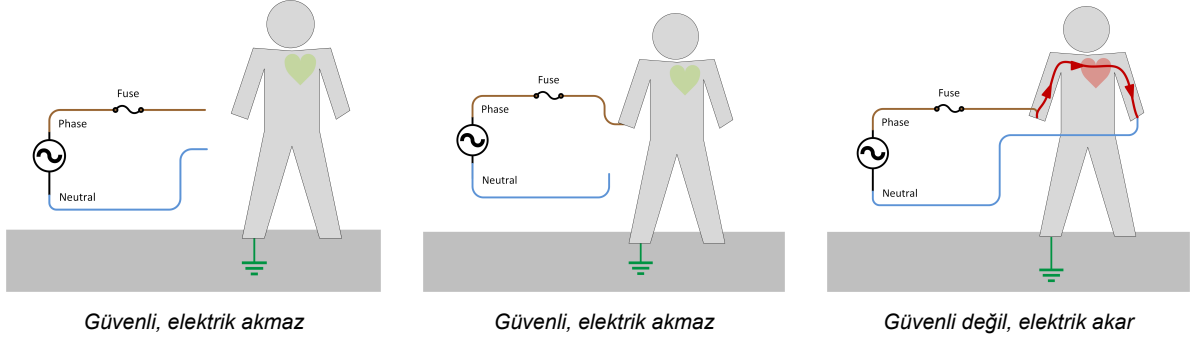
İnvertörün (veya jeneratörün) tek güç kaynağı olduğu mobil bir sistemde, TT şebekesi kullanmak yerine IT şebekesi kullanmak özellikle tercih edilebilir. IT şebekesinde faz ve nötr, toprak gibi başka bir potansiyele bağlı değildir. Bağımsız güç kaynağı tarafından oluşturulan gerilimler değişken durumdadır. Bunun gibi bir sistem çok güvenlidir ve kolayca kurulabilir.

Bu sistemdeki bir iletken veya muhafazaya dokunulduğunda, toprağa akım geçişi olmaz. Akım geçişi için tamamlanmış bir devrenin gerektiğini unutmayın. Bu sistemde topraklama iletkeni yoktur ve toprağa giden elektrik devresi tamamlanmamıştır. Bu, banyodaki güvenlik transformatörüne benzer bir durumdur.

İnvertörler ve jeneratörler prensip olarak 230 Volt (veya 120 V) farka sahip iki potansiyel fark kaynağından ibarettir. Yol tamamlanmadığından, dokunmak akım geçişine yol açmaz. Bu durum, bir kuşun elektrik telinin üzerine konmasıyla aynı şeydir.

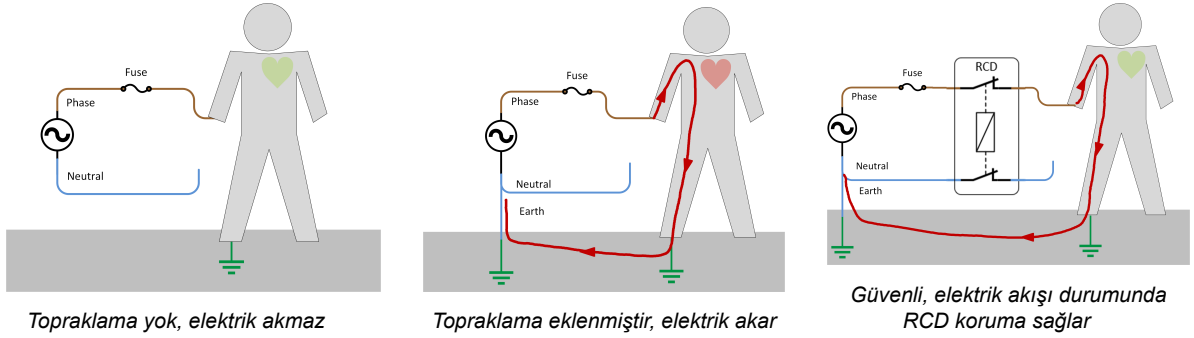
Hem faz hem de nötr kablосuna aynı anda dokunmanın her zaman tehlikeli olduğunu unutmayın çünkü bu durumda yol tamamlanmış olur.





Topraklama ve nötr-toprak bağlantılı mobil ağ (TT ağı)

Mobil sistem, transfer anahtarı veya invertör/şarj cihazı üzerinden şebekeye bağlanıyorsa sisteme topraklama ve nötr-toprak bağlantısı eklenir. Böylece bu bir TT ağı haline gelir. Yerel yönetmelikler topraklama ve nötr-toprak bağlantısı gerektiriyorsa ve bir invertör veya jeneratör içeren bir mobil sisteme bir RCD bağlanmışsa da bu durum söz konusudur. Bunun gerçekleştiği anda sistem daha tehlikeli hale gelir. Bu nedenle bir sisteme topraklama ve nötr-toprak bağlantısı eklenir eklenmez, mobil ağıın şu anda bağlı olduğu TT ağı veya TN ağıının gereksinimlerini karşılamak için RCD'nin kurulması gerekir.



IT ağından TT ağına

Mobil bir sistemde, şebekeye bağlıyken TT ağı olan ve aynı zamanda şebeke bağlantısı kesildiğinde ve jeneratör veya invertör kullanıldığında değişken bir IT ağı haline gelen bir ağ oluşturmak mümkündür. Bu arzu edilmeyen ve kaçınılması gereken bir durumdur.

Bir tesisatın şebekeyle bağlantısı kesildiğinde, topraklamayla da bağlantısı kesilir. Mobil tesisatın topraklaması ve ayrıca topraklama ve nötr bağlantısı yoksa şebeke bağlantısı kesildiğinde anda tesisat değişken bir sistem haline gelir.

Sistemde RCD olsa da, Nötr toprağa bağlanmadığı için RCD artık toprak kaçağı akımını tespit edemez.

Nötr-topraklama bağlantısı yoksa RCD üzerindeki test düğmesine basmak işe yaramaz. Test düğmesine bastığınızda, RCD'nin çalıştığına dair yanlış bir izlenim edebilirsiniz, ancak gerçekte, nötr-topraklama bağlantısı olmadığı için topraklama arızası durumunda RCD çalışmaz. RCD üzerindeki test düğmesine basıldığında, topraklama kaçağını simüle eden dahili bir baypas etkinleştirilir. Böylece RCD elektriksel ve mekanik olarak test edilebilir. Test düğmesi hiçbir şekilde tesisatın tamamı için bir test değildir. Sadece RCD'nin kendisini test eder. Bu durum, karışıklığa ve/veya tehlikeli durumlara yol açar. Bu nedenlerle, tesisatın şebeke elektriğine bağlı olmadığı durumlarda da her zaman TT ağıının ilkelerine uyulması önerilir.

IT ağından TT ağına geçiş, şebeke bağlantısı kesilir kesilmez nötr ile mobil sistem topraklaması arasında bağlantı yapılmasını sağlamalıdır. Bu, topraklama rölesi bulunan bir invertör/şarj cihazı tarafından otomatik olarak yapılabilir veya bir transfer anahtarına kabloyla bağlanmalıdır. Tüm invertör ve jeneratörlerin toprağa bağlı bir nötrü yoktur. Bunun kurulmadan önce mutlaka kontrol edilmesi gerekir. Gerekirse nötr-topraklama bağlantısının da sabit kabloyla yapılmalıdır

7.6. Victron ekipmanının yalıtımı ve toprak bağlantısı

Bu bölümde çeşitli Victron ürünlerinin AC ile DC veya DC ile DC arasındaki yalıtımı açıklanmaktadır. Victron ürünü içeren bir sistemin toprak bağlantısının doğru şekilde yapılabilmesi için bu bilgiler gereklidir.

Tüm Victron invertörlerinin ve invertör/şarj cihazlarının yalıtımı:

- AC devresi ile şasi arasında: temel yalıtım. Dolayısıyla, şasinin toprak bağlantısı yapılmalıdır.
- AC ve DC arasında: güçlendirilmiş yalıtım. Şasinin toprak bağlantısı yapıldıktan sonra, nominal gerilim 28 V veya daha düşükse DC'ye dokunmanın güvenli olduğu kabul edilir.
- DC devresi ile şasi arasında: temel yalıtım. Bu nedenle DC negatif veya pozitif toprak bağlantısına izin verilir.

Pozitif toprak bağlantısı durumunda, yalıtılmamış arayüz bağlantıları toprağa değil DC negatife yönlendirilir. Böyle bir bağlantının toprak bağlantısının yapılması ürüne zarar verir. Tüm invertörlerin ve invertör/şarj cihazlarının AC toprak bağlantısı terminali şasiye bağlanır.

Victron invertörlerin AC nötr toprak bağlantısı

1600 VA ve üzeri tüm invertörlerin ve Inverter Compact 1200 VA'nın nötrü şasiye bağlıdır. Bu nedenle şasinin toprak bağlantısının yapılması durumunda AC nötrü için de toprak bağlantısı yapılır. RCD'nin (veya RCCB, RCBO veya GFCI) düzgün çalışması için toprak bağlantısı yapılmış bir nötr gereklidir.

Güvenilir bir toprak bağlantısı yoksa ve/veya RCD (veya RCCB, RCBO veya GFCI) kurulmamışsa güvenliği artırmak için AC nötr ile şasi bağlantısı kesilmelidir. Uyarı: Böyle bir kurulum muhtemelen yerel yönetmeliklere uygun değildir.

Düşük güçlü invertörlerin AC nötrü genellikle şasiye bağlı değildir. Nötrden toprağa bir bağlantı kurulabilir, ancak lütfen ürün kılavuzuna göz atın.

Victron invertörlerin/şarj cihazlarının AC nötr toprak bağlantısı

Geri besleme röleleri kapalı olduğunda, tüm invertör/şarj cihazlarının çıkış AC nötrü giriş AC nötrüne bağlanır (girişte AC mevcuttur). Geri besleme röleleri açık olduğunda, toprak rölesi giden nötrü şasiye bağlar. RCD'nin düzgün çalışması için toprak bağlantısı yapılmış bir nötr gereklidir. Toprak rölesini devre dışı bırakmak çoğu modelde mümkündür. Lütfen ürün kılavuzuna göz atın.

MPPT güneş enerjili şarj cihazlarının yalıtımı

PV girişi ve DC çıkışı arasında yalıtım yoktur. Giriş/çıkış ve şasi arasında temel yalıtım vardır.

Diğer ürünlerin yalıtımı

Akü şarj cihazları: AC ve DC arasında güçlendirilmiş yalıtım. AC ve plastik muhafaza arasında güçlendirilmiş yalıtıma sahip Smart IP65 şarj cihazları hariç olmak üzere, AC ve muhafaza arasında Temel Yalıtım. DC-DC dönüştürücüler, diyot ve FET ayırıcılar ve diğer DC ürünleri: muhafaza her zaman DC'den yalıtılır (temel yalıtım).

7.7. Sistemin toprak bağlantısının yapılması

Şimdiye kadar AC tesisatlarında AC topraklama ve toprak bağlantısı sistemlerini ele aldık, ancak bir tesisattaki DC bileşenleri için de toprak bağlantısı gereklidir. Bu bölümde sadece invertör/şarj cihazı değil, aynı zamanda akü grubu, güneş enerjili şarj cihazı ve PV paneller içeren bazı yaygın tesisatlar açıklanmaktadır.

Şebekeden bağımsız sistemin toprak bağlantısı

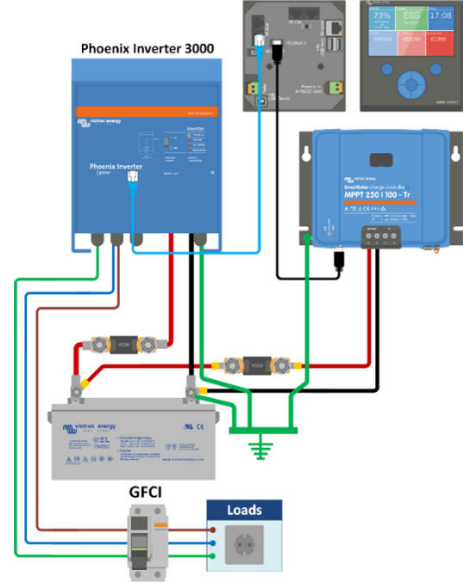
PV panellerinin pozitif veya negatif için toprak bağlantısı yapmayın. MPPT'nin PV negatif girişi negatif çıkıştan yalıtılmamıştır. Bu nedenle PV'nin toprak bağlantısı toprak akımlarına yol açar. Ancak PV şasisi, PV panellerinin yakınına ya da (tercihen) merkezi toprağa bağlanabilir. Böylece, yıldırımlara karşı bir miktar koruma sağlanır.

Toprak bağlantısını aküye yakın bir noktadan yapın. Akü kutuplarına dokunmanın güvenli olması gerekir. Bu nedenle akünün toprak bağlantısı en güvenilir ve görünür toprak bağlantısı olmalıdır.

DC toprak bağlantısı kablosu, en az DC sigorta derecesine eşit bir arıza akımını taşıyabilecek kalınlığa sahip olmalıdır.

İnvertörün veya Multi/Quattro'nun şasisi toprak bağlantısına sahip olmalıdır. AC ve şasi arasında temel yalıtım vardır. MPPT güneş enerjili şarj cihazının şasisi toprak bağlantısına sahip olmalıdır. AC ve şasi arasında temel yalıtım vardır.

Lütfen sigortalı veya MCB'li AC dağıtımının ve PV panelleri ile PV şasisi toprak bağlantısının gösterilmediğini unutmayın.



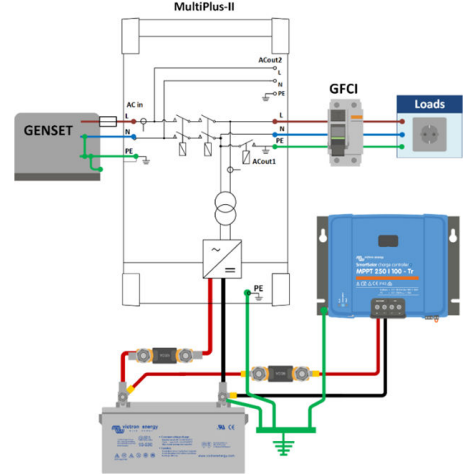
Jeneratör ile şebekeden bağımsız

Aküye yakın olmak üzere sadece bir toprak bağlantısı kullanın. Akü kutuplarına dokunmanın güvenli olması gerekir. Bu nedenle akünün toprak bağlantısı en güvenilir ve görünür toprak bağlantısı olmalıdır.

DC toprak bağlantısı kablosu, en az DC sigorta derecesine eşit bir arıza akımını taşıyabilecek kalınlığa sahip olmalıdır.

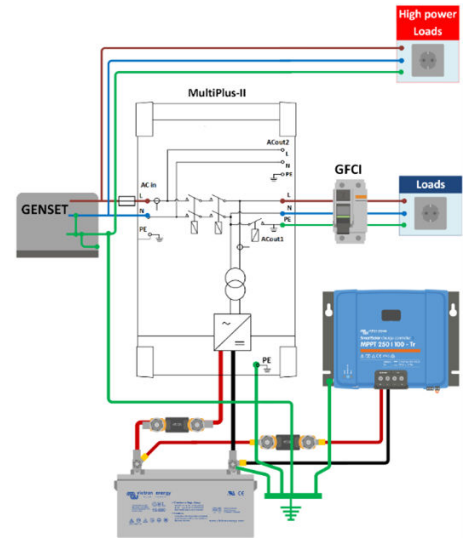
Benzer şekilde, AC toprak bağlantısı kablosu, en az AC sigorta derecesine eşit bir arıza akımını taşıyabilmelidir.

GFCI yalnızca Multi/Quattro'nun şasisi toprak bağlantısına sahipse işlevsel olur.



Yüksek güçlü jeneratör ile şebekeden bağımsız

Jeneratörü doğrudan merkezi toprağa bağlayın.

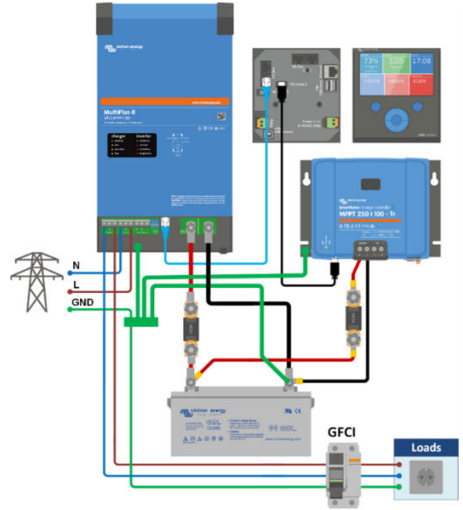


Şebekeye bağlı Enerji Depolama Sistemi (EDS)

DC toprak bağlantısı kablosu, en az DC sigorta derecesine eşit bir arıza akımını taşıyabilmelidir.

Invertör/şarj cihazının şasisini toprak bağlantısı barasına bağlayın

AC çıkış toprak bağlantısı, merkezi baradan veya AC çıkış terminalinden yapılabilir.

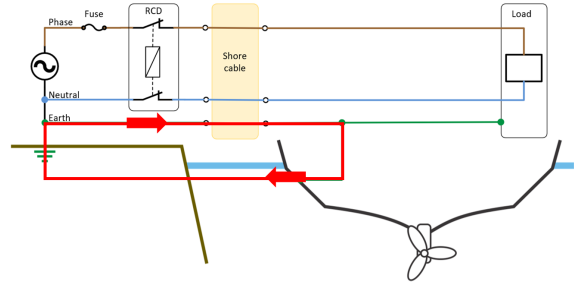


8. Galvanik korozyon

Galvanik korozyon, kıyı elektriği topraklama kablosu yoluyla tekneye giren ve su yoluyla kıyıya geri dönen elektrik akımından kaynaklanır. Bu akımlar, teknenin altındaki gövde, pervane ve shaft gibi suya temas eden kısımlarda korozyon oluşturabilir. Bu akıma galvanik akım denir.

Galvanik akım bir DC akımdır. Metaller arasındaki doğal gerilim farkından kaynaklanır. Galvanik akım sadece kapalı bir elektrik devresi olduğunda var olabilir. Başka bir elektrik devresine ait bir iletken, galvanik korozyon devresinin parçası olabilir. Metal gövdeli bir tekne kıyıya yakınsa gövde ile su arasında 0,1 - 1 Vdc düzeyinde doğal bir gerilim farkı olur.

Elektrik devresi tamamlanmadığı sürece, bu potansiyel farkın sonucunda herhangi bir şey meydana gelmez. Ancak, kıyı elektriği tekneye bağlanır bağlanmaz, kıyı topraklaması otomatik olarak teknenin gövdesine bağlanır ve elektrik devresi tamamlanır. Bunun sonucunda şu devre oluşur: tekne gövdesi - su - kıyı - topraklama çivisi - topraklama teli - tekne gövdesi. Bu devreden galvanik akım geçer. Galvanik akımın bir kısmı AC devresinden geçer, ancak devre ile ilgili değildir. Potansiyel farkı ortadan kalkana kadar akım geçmeye devam eder. Akımın yüksekliği, elektrik devresinin direncine bağlıdır. Direnç; kıyı güç kablosunun uzunluğu ve yerel topraklama direnci gibi faktörlerle belirlenir.



Kimyasal açıdan bakıldığında, galvanik devredeki "en zayıf" metal, akımın devam etmesini sağlamak için moleküllerini en hızlı gönderen metal olacaktır. Teknenin gövdesi galvanik devrenin bir parçasıysa ve en zayıf metal gövdede bulunuyorsa gövde zamanla korozyona uğramaya başlar. Bu, ciddi bir duruma dönüşebilir ve kontrol edilmediği takdirde oldukça pahalı ve güvensiz hale gelebilir. Galvanik korozyon nedeniyle batan gemi vakalarının olduğu bilinmektedir. Alüminyum gövdeler bu tür korozyonlara karşı oldukça hassastır. Pervane, motor, tekne gövdesi gibi, tekneye bağlı olan farklı metaller arasında da galvanik korozyon olabilir. Tüm bu parçalar toprağa bağlıdır ve bu nedenle bu parçalar arasında ek küçük akımlar oluşur. Tutuların monte edilmesinin nedeni budur. Tutuya, etrafındaki metalden daha zayıf olan bir metal parçasıdır. Dolayısıyla, diğer metalleri korumak için feda edilirler. Korozyonu sadece erteleyerek önleyebilirler. Ne tür bir tutyanın kullanılacağı, koruduğu metalin türüne ve teknenin ne tür bir suda bulunduğuna bağlıdır. Tutuların düzenli olarak kontrol edilmesi önerilir.

8.1. Galvanik korozyonun önlenmesi

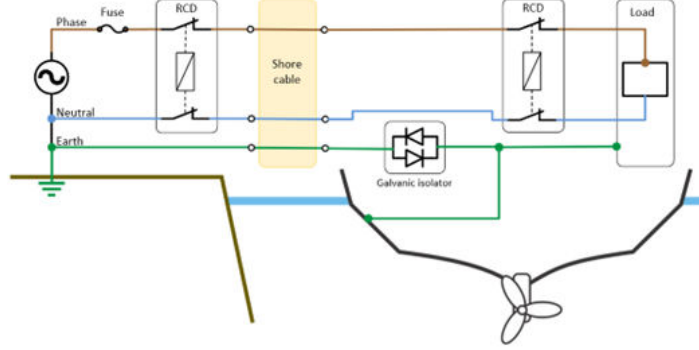
Önlemenin cevabı oldukça basittir. Korozyonu önlemek için elektrik devresi kesilmelidir. Tekneye bağlı farklı metaller arasındaki küçük devrelerde bunu başarmak neredeyse imkansız olsa da, kıyı güç bağlantısı ile bunu yapmak mümkündür.

Bu devreyi kesmenin en kolay yolu, kıyı topraklamasını teknenin gövdesine bağlamamaktır. Ancak bu uygulama, teknenin yeterince topraklanmamasına neden olacağı ve bu nedenle RCD'nin yeterli düzeyde çalışması artık garanti edilemeyeceği ve bunun sonucunda teknede güvensiz durumlar ortaya çıkacağı için güvenli değildir ve tavsiye edilmez. Güvenlikten ödün vermeden galvanik korozyonu önlemenin güvenli yolları vardır. Bu, galvanik izolatör veya yalıtım transformatörü kullanılarak gerçekleştirilebilir.

8.2. Galvanik izolatör

Galvanik izolatör, galvanik korozyonu önler. Kıyı elektriği topraklama kablosundan teknenize giren düşük gerilimli doğru akımı bloke eder. Bu akımlar, teknenin altındaki gövde, pervane ve şaft gibi suya temas eden kısımlarda korozyon oluşturabilir.

Galvanik izolatör ters paralel olarak bağlı iki diyottan oluşur. Galvanik izolatör, kıyıdaki topraklama bağlantısı ile teknedeki merkezi topraklama noktası arasına bağlanır.

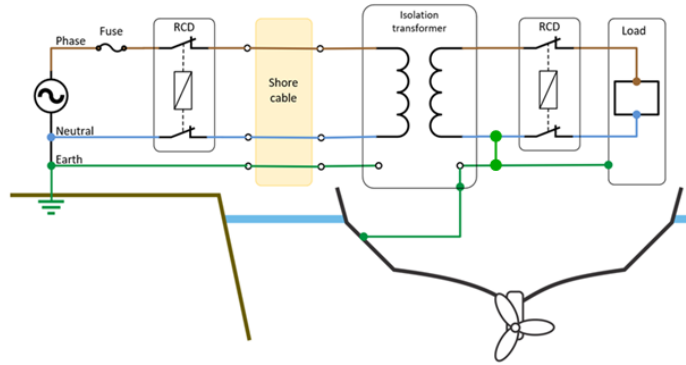


Bu konfigürasyonda diyotlar sadece belirli bir gerilim eşliğine ulaştığında her iki yönde de elektrik iletir. Gerilim eşiği yaklaşık 1,4 Vdc'dir. Gerilim eşiği, çeşitli metaller arasındaki galvanik potansiyel farkından daha yüksektir. Bu şekilde hiçbir galvanik akım çalışmaz. Öte yandan, AC devresindeki daha yüksek bir topraklama arıza geriliminin geçmesine izin verilerek bağlı bir RCD'nin tam olarak çalışması sağlanır.

Galvanik izolatörün avantajı, düşük ağırlığı ve boyutudur. Dezavantajı ise bu ünitenin iyi bir topraklama iletkeni kullanmasıdır. Bir başka husus da, galvanik korozyonun nötr iletken üzerinden de gerçekleşebileceğidir. Bu durum, nötr iletkenin bastırma filtresi veya diğer cihazlar gibi, teknedeki elektrikli cihazlardan biri aracılığıyla topraklama yapılmış olduğu durumlarda söz konusu olur.

8.3. Yalıtım transformatörü

Galvanik korozyonu durdurmak için daha iyi bir çözüm, yalıtım transformatörü kullanmaktır. Yalıtım transformatöründe, gelen elektrik elektromanyetizmaya ve sonra tekrar elektriğe dönüştürülür.



Giriş ve çıkış tamamen yalıtılır ve yıldız noktası - toprak iletkeni - gövde - su - yıldız noktası arasındaki elektrik devresini keserek galvanik akımı etkili bir şekilde engeller. Yalıtım transformatörünün diğer bir özelliği de, elektriksel olarak başka bir elektrik kaynağı tarafından beslenen bir elektrik kaynağı olmasıdır. Transformatörün çıkış tarafında, giden fazlardan biri gövdeye bağlanarak faz, nötr ve topraklama oluşturur. Böylece RCD'nin doğru çalışmasını garanti edilir.

Yalıtım transformatörü, ev tesisatlarındaki güvenliği ve daha fazlasını sağlar. Tesisat ayrıca, çevredeki teknelerin elektrik sorunlarından tamamen yalıtılır. Ek bir fayda da, yalıtım transformatörünün çoğu zaman gelen sahil gerilimini yükseltebilmesi veya düşürebilmesidir. Bu özellik, 230 Vac bir teknenin 120 Vac bir kaynağa bağlanması gerektiğinde veya tam tersi olduğunda yararlı olabilir.

9. Katkıda bulunanlar

Yazar:

Margreet Leefink

Teşekkürler:

Reinout Vader, Victron topluluğu ve internet.

Faydalanılan içerikler:

Sigorta hızı bilgisi: https://www.swe-check.com.au/pages/learn_fuse_markings.php

Eaton Bussmann denizcilik tipi sigortalar: <https://www.eaton.com/au/en-gb/catalog/fuses-and-fuse-holders/marine-fuses-and-mounting-bars.html#tab-1>

Elektrik tehlikeleri: https://www.hsa.ie/eng/Topics/Electricity/Dangers_of_Electricity/

Kablo paraziti ve blendajı: <https://www.multicable.com/resources/reference-data/signal-interference-and-cable-shielding/>

Ohm yasası karikatürü: <https://www.clipart.email/download/4165420.html>

Ohm yasası formül çarkı: <https://www.esdsite.nl/elektronica/wetvanohm.html>

Termal manyetik devre kesici görseli: <https://electrical-engineering-portal.com/how-circuit-breaker-trip-unit-works>

Kalaylı bakır bara görseli: <https://au.rs-online.com/web/p/din-rail-terminal-accessories/4895420/>

Bıçak sigortalar: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electrical_fuses,_blade_type.svg

RS pro sıkma aleti: [Kablo ve Tel Sıkma Aletleri | RS \(rs-online.com\)](#)

NMEA 2000 kablo görseli: <https://www.powerandmotoryacht.com/electronics/down-wire>

Yıldırım hakkındaki Wikipedia sayfası: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightning>