

Alternatif Akım Sürücülerinin Ortak Bara Bağlantıları için Göz Önünde Bulundurulması Gerekenler

Sabit doğru akım (DC) veri yoluna sahip alternatif akım (AC) sürücülerinin önemli avantajlarından biri, enerjinin bir sürücüden diğerine anında iletilmesini sağlayabilmesidir.

Negatif olan ya da kontrol edilmiş bir motora normal tork yükü etki ettiğinde, motor jeneratör gibi davranarak, gücü DC veri yoluna iletir. Çoğu AC sürücülerde, DC veri yolu AC bara bağlantısı üzerindeki bir doğrultucu diyot tarafından desteklendiği için tazeleyici enerjinin bara üzerinden geri hareket etmesine gerek yoktur. Tam yük akım seviyelerinde, böyle bir rejenerasyon meydana geldiğinde DC veri yolu voltajı, saliseler içinde seri bir şekilde dayanılmaz derecede yüksek seviyelere çıkar. Hemen ardından sürücü yükselen voltajdan zarar görmemek için kendini kapatmak zorundadır.

Böyle bir probleme çözüm olarak, tazeleyici bir sürücünün DC veri yolunu, kontrol edilmiş sürücü tarafından tazeleyici güçle en azından eşit miktarda pozitif güç çıkışı veren bir başka sürücüye bağlamak, sunulabilir. Eğer, pozitif yüklenmiş olan sürücü tazeleyici sürücünden daha küçük ya da daha hafif yüklenmişse, bu şema geçerliliğini kaybeder ve paralel bağlanmış veri yollarının bileşimi “aşırı voltaj” durumuna yol açabileceği açıkça görülebilir.

Bazı sistemlerdeki sürücüler sürekli olarak tazeleyici olmak zorunda olabilirler Örneğin, sürekli olarak materyal işleyen çoklu-sürme sistemlerinde ve materyal üzerinde esneme ve sırt gerilimi oluşturan sistemler. Böyle durumlarda, süreç boyunca gerçekleşen asıl iş materyale uygulandığı için sistem tarafından tüketilen toplam güç pozitifdir. Bu demektir ki, eğer sistemde büyük ve küçük sürücüler varsa ve eğer onlar genel bir DC veri yoluna bağlılar ise, bütün motor sürücüleri bileşimi, tazeleyici olan bütün sürücülerden enerji çekebilecektir. Bu duruma tek istisna sistemin seri yavaşlamaya geçmesi olacaktır. Seri yavaşlama gibi süreçler normalde çok nadir görünürler. Çoğu “bara durması” durumları, sürücüler arasındaki hassas hız oranları ve gerilimleri bozmamak için seri yavaşlama ile yapılır. Tipik düşük oranlarda yavaşlama, motorlardaki kayıplar, mekanik aksanlardaki sürtünmeye bağlı kayıplar ve materyale harcanan enerji, genellikle yeterli miktarda pozitif güç gerekliliğini ve ortak veri yoluna eklenmiş tazeleyici enerjinin olmadığı gösterir.

Hızlı Sistem Frenleme

Süreç bara bağlantısı uygulamalarında, bütün sistemin net bir negatif enerji tüketimiyle baş etmesine neden olabilecek “hızlı bara durdurma” veya “acil stop” mekanizmasına bazen ihtiyaç olabilir. AC sürücüyü durdurmanın en hızlı yollarından biri DC frenlemedir. Bu durumda, DC (veya sıfır frekans) sürücünden motorun sabit bobinine uygulanır. Artık motorda hiçbir döngüsel manyetik alan olmadığından, DC bara bağlantısının aşırı yükleyebilecek inverter güç cihazları tarafından düzeltilen AC elektromanyetik alan geri tepmesi oluşmaz. Mekanik sistemdeki iç enerjinin tümü motor rotorunda ısıya neden olur. Doğal olarak bu teknik, enerji motorda dağıldığından, çok yüksek atalet yükleri için (geniş volanlar veya geniş çaplı çıkırıklar vb.) uygun bir durdurma tekniği değildir. Aynı zamanda bu yöntem sıklıkla duraksamalar yapan yükler için de iyi olmayacaktır. Ancak bu, süreç kontrol sistemleri için çok nadir görülen bir durumdur.

Hızlı bara durdurma için, tüm sistem inverterlerinin frekansında seri yavaşlama DC enjeksiyon frenine alternatif olabilir. Bu durumda, gözle görülür miktarda tazeleyici enerji üretilmiş olacaktır. Bu enerji, ya fren rezistansları ya da DC enerjiyi güç bara bağlantısına geri yollayabilen bir DC tazeleyici sürücüsü tarafından ortadan kaldırılmalıdır. Çoğu AC sürücülerinde Sinyal-Genişliği Modülasyon (PWM) modunu, DC bara voltajının çok fazla yükselmesine engel olacak şekilde, görev döngüsünün olduğu güç rezistansına yönelten “frenleyici rezistanslar” mevcuttur. Ortak bara uygulamalarında, frenleyici rezistansları boyutlandırırken dikkat edilmelidir. Devre şeması genelde akın limitleyici bir şema tarafından kontrol edilmez. Çünkü tek bir sürücü uygulamasında, çıkış inverter devre şeması sürücü içindeki güç akış miktarını kontrol eder. Bundan dolayı, frenleyici rezistanslarına tek bir sürücü için gönderilen güç sınırlıdır. Bütün bunlara rağmen, ortak bir bara sisteminde, güç bir sürücünden diğerine herhangi bir elektronik akım limitinden bağımsız olarak rahatlıkla akabilir. Aynı zamanda, bir sürücünün frenleme devresi açmak için tamı tamına gerekli olan voltaj seviyesi diğer bir sürücü için çok ufak da olsa farklı olabilir. Bunun sonucu olarak, özellikle büyük ve küçük sürücülerin birbirlerine bağlı olduğu yerlerde frenleyici rezistansına ve/veya transistörüne aşırı akım yüklemek mümkün olabilir.

Bu probleme, frenleyici rezistansını düzgün boyutlandırmak çözüm olarak sunulabilir. Rezistans yeterli büyüklükte olmalı ki, frenleyici transistörü devamlı olarak açık konumda olduğu sürece (PWM göstergesi = 1), rezistans bağlı olduğu sürücünden sadece maksimum akım seviyesini çekmelidir. Örnek olarak;

$$R_{fren} = \frac{V_{bara-maksimum}}{I_{maksimum}}$$

Olduğu yerde;

$$V_{\text{bara-maksimum}} = 780 \text{ (Frenleme transistörünü çalıştıran en düşük voltaj)}$$

$$I_{\text{maksimum}} = \frac{P_{\text{sürücü-maksimum}}}{V_{\text{bara-maksimum}}} \quad P_{\text{sürücü-maksimum}} \text{ (Sürücünün üretebileceği watt cinsinden maksimum güç)}$$

(Demektir ki: Sürücü Anma gerilimi x % Tazeleyici Akım Limiti)

Sonuç olarak;

$$R_{\text{fren}} = \frac{V_{\text{bara-maksimum}}^2}{P_{\text{sürücü-maksimum}}} = \frac{608400}{P_{\text{sürücü-maksimum}}}$$

Bu durumda, eğer sistemdeki bir sürücü, diğerlerinden çok az farkla daha düşük bir voltajda frenlemeye başlarsa, bu sürücü diğer bir sürücünden tazeleyici güç israf ediyor olabilir. Bütün bunlara rağmen, akım sürücünününin yakınına eriştiğinde, rezistans karşısında voltaj diğer sürücülerin de frenleyici transistörlerinin açılmasına yeterli olacak kadar yüksek olur. Toplam tazeleyici akımın sistemdeki tüm frenleyici rezistansların toplamına göre çok yüksek olduğu bir durumda, ortak bara voltajı sürücülerden biri kontrolden çıkana kadar yükselir. Biri kontrolden çıkınca geri kalanı hemen arkasından gelirler. Bunlara rağmen, rezistansın böyle bir şekilde boyutlandırıldığı bir durumda, hiçbir sürü kendi seviyesinin %100'ü kadar bir akımla başa çıkmak zorunda kalmaz. Doğal olarak, eğer sistemin sürücülerinden biri çok fazla tazeleyici akımdan dolayı tökezler veya kontrolden çıkarsa, akım azaltılması daha yavaş bir seviyede olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Ortak DC Bara Bağlantısı

Birbirinden farklı, özellikle büyük ve küçük sürücülerin ortak baraya bağlı olduğu sistemlerde sigorta koruması önemlidir. Birbirinden farklı sürücülerin birbirine bağlı olduğunda, depolanan enerji, küçük bir sürücüdeki miktardan katlarca fazla olabilir. Bir transistörün veya başka bir güç bileşenin arızalandığı bir durumda, bara üzerindeki bütün enerji arızalanmış olan sürücü üzerinden geçmeye çalışır, sonuçları çok tahrip edici olabilir. Bundan dolayı, her sürücü rektifayer sigortası üzerinden ortak baraya bağlanmalıdır. Her sürücü için ikinci bir sigorta eklemek ve böylece sürücülerin veri yollarının hem pozitif hem de negatif taraflarının sigortalanması garantilemek daha ileri seviye bir güvenlik sağlar. Bu durum, herhangi bir sürücüyle alakalı oluşabilecek bir hatayı baştan aşağı temizleyebilmek için gereklidir. Tipik bir sistem için sigorta boyutlandırması şöyledir; 480V hat üzerinde işlem yapan bir sürücü için, %88 verim ve %85 güç faktörü olan 460V'luk motor için gereken DC bara akımı:

$$I_{\text{Bara}} = 1.34 P_{\text{Hp}}$$

Veya motor akımı olarak;

$$I_{\text{Bara}} = 1.06 I_{\text{Motor}}$$

Sürücü akım limiti tipik olarak %150 kadar yüksek ayarlanabildiğinden, sigortadan ortak DC bara bağlantısına da en azından %150 I_{bara} olmalıdır. 480VAC'lık bir sistemde, sigortalar 700V'luk olmalıdır.

Bir Sürücünün Ortak DC Bara Bağlantısının Kesilmesi

Bazı uygulamalarda istenilen özelliklerden biri de, bir sürücünün ortak DC bara bağlantısının, sürücüyü değiştirmek veya tamir etmek için, sistemin çalışmaya devam etmesine izin verecek şekilde kesilmesidir. Uygun bir şekilde ayarlanmış iki kutup anahtarı veya kontaktörlerle bu durum sağlanabilir. Ortak bara üzerinden bağlantı kesilmesi kolay anlaşılır olabilir ancak, DC bara ön şarj elemanlarının konfigürasyonu yüzünden bazı sürücülerin yeniden bağlanması öyle olmayabilir.

Eğer bir sürücünün uygun DC bara bağlantısı direkt olarak kondansatör bankasına bağlıysa, o zaman bu sürücü DC bara bağlantısına yeniden bağlanamaz eğer ortak sistem DC bara bağlantısı şarj edilmişse (sisteme güç verilmişse), ani akım çok yüksek olacağından bara sigortaları temizlenecektir. Eğer ortak bara bağlantısının anahtar güvenle yeniden kapatılmadan önce tamamen deşarj edilmesi gerektiğini gösteren basit bir uyarı işareti yoksa daha karmaşık bir devre şeması gerekli olacaktır.

Bir dış ön şarj resistör ve kontaktörü (enerji verildikten sonra zaman gecikmesiyle) her sürücü için sağlanabilir. Diğer bir yaklaşım ise, sisteme bir süredir güç verilmediği durumlarda, güç verildikten hemen sonra bir sürücüyü ortak bara bağlantısına bağlayan kontaktörü kapatacak bir kontrol mantığıdır. Bunun için birkaç çeşit “ters gecikmeli” zamanlayıcılar gereklidir. Örnek olarak enerji kesici rölelerden sonra pnömatik zaman gecikmesi. Bu metotların hepsi bir şekilde masraflıdır ancak başarılı bir şekilde birçok sistemde kullanılmıştır. Daha ileri seviye, nadiren kullanılan alternatif yöntem (zaten bu şekilde tasarlanmamış sürücüler için) ise, sürücü üzerindeki ön şarj devresinin ilerisindeki bir noktadan sürücünün ortak bara bağlantısını yapmak, tabii eğer mümkün ise – bazı sürücülere mümkün değildir. Bu yaklaşım cazip değildir çünkü sürücüye yapılacak standart olmayan bağlantı veya modifikasyonu gerektirir ve ileride yapılacak sürücü değişimini zorlaştırır.

Ortak DC Bara Bağlantısına Güç Vermek

Az sayıda sürücüsü ve bütün sürücülerin aynı tür ve boyutta olduğu sistemlerde iç doğrultucular (rektifayer) her bir sürücü için kullanılabilir. Böyle bir durumda, yük altındaki sürücülere uygulanan AC voltajının neredeyse eşit olmasını sağlamak için sürücülerin tüm AC girişlerini, düşük empedans ortak AC bara bağlantısına bağlamak gerekir. Sisteme güç verdikten hemen sonra, çeşitli sürücülerde önceden şarj olmuş kontaktörlerin zamanlamalarında ufak farklılıklar olabilir. Ancak, bu farklılık herhangi bir zorluk çıkarmayacak kadar küçük olmalıdır. Bu yaklaşımın başarılı olması için, tüm sürücülerdeki DC bara boğulması aynı değere mümkün olduğu kadar yakın olduğu ve tipik AC güç gereksiniminin tüm sürücülerin toplam anma geriliminden az olduğu varsayılır. Ortak DC bara uygulamalarında sürücülerden bazıları, geri kalan motorlama sürücülerini için gerekli olan gücün bir parçasını sağlamak için devamlı olarak rejenerasyonda çalıştığından dolayı, genelde yukarıdaki durum gözlenir.

Tipik sistemler çeşitli boyut ve türden sürücülerde oluşurlar. Eğer her sürücüdeki bara boğulması tam olarak, güç seviyesine ters orantılı indüktans ve rezistansa sahip olabileceği garanti edilebiliyor olsaydı, her sürücü için ortak bir AC bara bağlantısı sağlayan bir şema kullanılabilirdi. Çeşitli boyutlara sahip sürücülerin birleşimlerinden oluşmuş tipik bir sistemde böyle bir empedans oranı beklenemeyeceğinden, bu gibi sistemlerde ortak bara için başka bir DC güç kaynağına ihtiyaç olacaktır.

Diyot Köprü Rektifayeri

Ortak DC bara bağlantısını destekleyici en ucuz yaklaşım bir tam dalga rektifayeridir. Bara boğulmasının hemen önündeki ortak DC bara bağlantısı ve ön şarj edilmiş bileşenlere bağlanmanın mümkün olmadığı yerde, her AC sürücüde, uygun bir miktarda indüktans ve bir ön şarj edilmiş rezistans ve kontaktör, toplam DC akımı içinde değerlendirilenlerin hepsi rektifayer ve ortak DC bara bağlantısının arasına bağlanmalıdır.

Bir rektifayer altı adet diyottan oluşur. Çoğu sistemlerde, ya altı adet yalıtılmış diyot modülü, ya da daha yüksek güç seviyeleri için, üç adet yalıtılmış ikili diyot modülü kullanılabilir. 480VAC'lık bir sistemde diyot, 1200V bloke etme voltajı ve ortalama her 1kW sürücü gücü için ortalama 0.75A akım değerine sahip olarak değerlendirilmelidir. Rektifayer her 1kW sürücü gücü için 4 watt'tan az daha küçük güç üretecektir. 30°C'lik bir ısı artışına izin verebilmek için, rektifayerin üzerine soğutucu ünite yerleştirilmeli ve bu ünitenin ısı iletkenliği her 1kW sürücü gücü için 0.133W/°C olmalıdır. Soğutucuyu 30°C'lik ısı artışına göre tasarlamak genellikle 55°C'lik bir işlem ortamında kabul edilebilirdir. Sayısız yarıiletken üreticilerinden, soğutucu sağlayıcıları ve entegre edicilerinden tedarik edilebilecek bu tarzda rektifayer köprüleri zaten mevcuttur. Bir diyot köprüsünün rektifayer sigortaları tarafından korunması önerilir.

Ön Şarj Devresi

Ortak DC bara bağlantısını yüklemek için, bir DC kontaktörü ve rezistansı gereklidir. Alternatif olarak, üzerinde üç kutuplu AC kontaktörü olan üç adet geliş AC bara bağlantısı üzerindeki üç rezistans, rezistansları atlatmak için kullanılabilir. Herhangi bir ön şarj düzeneğinde, kontaktör üzerindeki yardımcı bir kontak, sistemin veya herhangi bir sürücünün çalışması için bir izin verici olarak kullanılmalıdır. Aynı zamanda, herhangi bir ön şarj kontaktörü, sisteme uygulanmaya başlanan güç ve biraz zaman gecikmesinin sonucu olarak alınmalıdır. Bu zaman en azından ön şarj rezistanslarının ve bara üzerindeki tüm sürücülerin toplam kapasitanslarının **R*C zaman sabitlerinin üç katı** olmalıdır. Her **1kW** sürücü gücü için en az **100µF**'lık kapasitans olduğu varsayılmalıdır. Rezistans (veya rezistansların toplamı) her **1kW** sürücü gücü için **5W** olarak değerlendirmelidir. Her ön şarj sırasında dağılan enerji miktarı direnç değerlerinden bağımsız olduğundan, rezistansların değerleri

büyük önem teşkil etmez. Değerleri ancak **500ms gibi mantıklı bir ön şarj süresi** varsa göz önüne alınmalıdır. **Örnek olarak 100kW'lık bir sistemde:**

$$C \approx 100(100\mu F) = .01F$$

$$RC \approx 1/3(500ms) = .167 \text{ sec.}$$

$$R = 16.67\Omega \quad - \text{Or -} \quad 15\Omega \text{ or } 20\Omega$$

$$W = 100(5W) = 500W$$

Tel sargılı, boru şeklinde ve seramik rezistanslar bu amaç için elverişlidir.

DC Ortak Bara Endüktans Bobini

Ortak DC bara bağlantısını, her sürücü için iç bara boğulmasının ilerisinden yapmanın mümkün olmadığı yerlere daha geniş ortak DC bara boğulmasına ihtiyaç vardır. Bu, maksimum DC bara akımı için değerlendirilmeli ve en azından %150 akımın altında doymayacak şekilde tasarlanmalıdır. İndüktans, DC bara bağlantısındaki harmonik akım içeriğini mantıklı bir seviyeye indirmek için gereklidir. İndüktans bobini için uygun değer:

$$L = \frac{100}{P_{tot_{sys}}} \text{ mH} \quad P_{tot_{sys}} \text{ sistemdeki toplam gücü kW cinsinden gösterir.}$$

Bara Bağlantısını Desteklemek için bir DC Sürücü Kullanmak

DC sürücüler aynı zamanda ortak bara akımını desteklemek için kullanılabilirler. Bir DC sürücünün faydası ön şarj bileşenlerini gereksiz kılmasıdır. Böyle bir sürücü, akım limitine ve arıza durumları için tökezleme devresine sahiptir. Aynı zamanda DC sürücü tazeleyicidir. Yani seri sistem yavaşlaması sırasında bara bağlantısındaki enerjiden kurtulmak için kullanılabilir. Çok geniş volanlara sahip sistemlerde DC tazeleyiciler bu amaç uğruna çok başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Maliyeti ve maksimum olarak, aynı AC hattı üzerindeki altı diyot rektifayer voltajının sadece %85'ini üretebiliyor olması DC sürücüyü, DC güç kaynağı olarak kullanmanın

dezavantajlarından sayılabilir. Tazeleyiciler için voltaj, yaklaşık olarak diyot rektifayeri tarafından üretilenin %75'ine sınırlı olmalıdır ve uygun olan tüm AC sürücülerinin toplamından ayrıca ortak bara bağlantısına ekstra kapasitans dâhil edilmesi genellikle gereklidir.

Rejenerasyon kullanırken, ortak bara voltajının kısıtlanmasının nedeni, rejenera etme sırasında, her SCR (yariletken kontrollü rektifayer)'in hatta akım sinyali gönderdiğinde, bu sinyalin, SCR geçidinde normal "ateşleme sırasında" devreye girecek bir SCR tarafından düz akıma (DC) dönüştürülebilmesi için ortak bara voltajının yeteri kadar düşük seviyede kalması gereklidir. Eğer bara voltajı çok yükselirse, DC dönüştürmesi oluşmayabilir bunun sonucunda çok yüksek miktarlarda akımın akmasına neden olacak bir "devrik arıza" ortaya çıkar. Farkında olunmalıdır ki, eğer gelen AC voltajı kısacık bir an için bile tamamen düşer veya kaybolursa, tazeleyici modda çalıştırılan DC sürücülerde devrik arızanın oluşma ihtimali her zaman vardır.

Eğer nispeten yüksek AC hatları (600 veya 660Vac gibi) üzerinde çalışabilecek DC sürücüler kullanılmadığı sürece, DC bara voltajının kısıtlanması, sürücülerin uygun olan hız aralığı veya güç kapasitesinin düşürülmesi anlamına gelir. Örnek olarak, bir 480 +/- 10% Vac güç sistemi için, maksimum DC bara voltajı yaklaşık olarak 500 Vdc'nin altında tutulmalıdır. 460Vac motorlar için, tam bir tork değeri üretebilmek için (ve volt/hertz oranını minimumda tutabilmek için) verilmiş olan kısıtlama için maksimum hız 46 Hz'in altında tutulmalıdır. Aynı zamanda AC sürücü de "taban hızı" 46 Hz'de aşacak şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Alternatif olarak sistem, azaltılmış volt/hertz oranlarında çalışan daha büyük sürücü ve motorlar kullanılarak inşa edilmiş olabilir. Bir motorun 60 Hz'e çıkabilmesi ve sürücünün en azından 650V'luk bara voltajında sahip olabileceği torkla aynı değerde tork üretebilmesi için motorun ve sürücünün boyutu bara voltajı oranı kadar artırılmalıdır. Örneğin:

$$(650/500) = 1.30.$$

Lakin eğer bara, gücü 600Vac olan bir DC sürücü tarafından desteklenirse, böyle bir sürücü DC bara bağlantısına devamlı olarak 650Vdc'lik güç verebilir. Bu da bir AC sürücünün 460Vac'lik çıkış üretebilmesine olanak sağlamak için yeterlidir.

DC tazeleyici sürücüler ortak bara bağlantısını desteklemek için kullanıldıklarında, bara bağlantısındaki toplam kapasitans değeri, **sistemdeki her 1kW'lık sürücü gücü için en az 120µF olmalıdır**. Bunun gerekli olmasının nedeni, sistemdeki inverterler DC bara bağlantısına güç rejenerasyona başladıklarında, yükselme ihtimali olan ortak bara voltajının yükseliş oranını yavaşlatmaktır. Anma geriliminde, 120 µF/kW'lık kapasitans, bara voltajındaki yükselme oranını 12V/ms'den düşük olacak şekilde kontrol edecektir. Bu değer, DC sürücünün, yükselen voltaja cevap vermesine ve gücü AC hattına rejenera etmeye başlamasına zaman verecek kadar düşüktür.

Basit bir rektifayerin DC bara bağlantısını desteklediği bir sistemde, uygun miktarlarda indüktansın DC bara devresine dâhil edilmesi aynı şekilde gereklidir. Bu indüktansın değeri daha önce tanımlanan diyot rektifayeri ile aynı olmalıdır. ($L = 100/P_{tot_sys}$ mH, P_{tot_sys} 'nin birimi kW'dır.)

Anlık Enerji Kesintilerinde Çalışmaya Devam Etme

Bazı süreç sistemleri, sürücüler arası hız oranlarında kontrol kaybına, üründe tekrar tekrar oluşacak ağ bozulması veya hatası olmadan tahammül edemezler. Böyle bir durumda, ortak DC bara bağlantısı, anlık enerji kesintilerinde çalışmaya devam etmesini sağlayabilecek mantıklı bir yol önerir. Yollardan biri, bara bağlantısına mevcut olan tüm sürücülerin toplamından oldukça fazla kapasitans bağlamaktır. Çok daha iyi ancak daha pahalı ve çetrefilli bir yaklaşım ise bataryalar kullanılmasıdır.

Kapasitörler kısa süreli anlık enerji kesintileri için yeterlidir. Enerji kesintilerinin çoğu 500ms'den daha az sürer. Bu süreç içerisinde sürücüler, bara voltajı (dolayısıyla uygulanan motor voltajı) düştüğünde, maksimum motor akımının %150'sine kadarını geçici olarak destekleyebilirler.

Motor torku uygulanan voltajla orantılı olarak düştüğünden, motor %100'lük bir yük karşısında hızını daha fazla koruyamayacak duruma gelmeden, bara sadece %67'ye ya da 434V (460V motor için)'a kadar düşürülebilir. Doğal olarak, eğer yük %100'den düşük olsaydı, bara voltajında daha fazla kesintiye tahammül edilebilirdi. Buna rağmen, tam yükte, tipik bir bara kapasitansı için, bara kapasitöründeki enerji sadece 8ms'lik düzen için yeterlidir. Bu süreyi 500ms'ye kadar arttırabilmek için (bir 480VAC güç sistemi için) yaklaşık olarak her 1kw'lık sürücü gücü için 400µF gereklidir.

[Bulunuşu: $C = I_{\text{bara}} / (\Delta V_{\text{bara}} / \Delta t) = 1.7A / (1/3 \cdot 650V / .5s) \approx .004F$]. Bundan çıkarılabilecek sonuç: Akla yatkın şekilde boyutlandırılmış herhangi bir sistem için oldukça geniş bir kapasitör bankası gereklidir.

Bataryalar rahatlıkla dakikalarca kesinti sonrası devam edebilme zamanı sağlayabilirler, ancak ek devre şemasına ihtiyaç duyarlar. Bataryaları aşırı yüklemeyecek uygun "değişken gerilim" kontrolü sağlayan elverişli bir batarya şarjı gereklidir. Aynı zamanda voltaja "döngü" yaptırabilecek yeterlilikte seçilmesi önerilir. Bara kesintiye uğradığında, kararlı durumdaki DC bara voltajının kesin yeterlilikte bir değeri genellikle garantilenemeyeceği için bataryaların bara bağlantısı için SCR gibi bir cihaz kullanılmalıdır. Bu da aynı zamanda SCR için bir voltaj algılayıcı ve geçitleyici devreye ihtiyaç duyar. Güç geri geldikten sonra SCR'nin bağlantısını kesmek veya kapatmak da aynı şekilde gereklidir. Bu, güç verildiğinde SCR'yi kısaca atlatılabilecek bir kontaktör ile yapılabilir. Bataryalar anlık yük uygulandığında anlık voltaj düşüşleri (bu bir zaman fonksiyonudur ve bir şekilde toparlanır) çok büyük olmayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Bataryaları korumak ve bakımları için çıkarılmalarını güvenceye alacak sigortalar ve/veya bir hızlı bağlantı kesici cihaz da sağlanmalıdır.

** (Sayfa 3) DC bara bağlantısından elde edilen elektriksel güç (transistörlerdeki ufak kayıpları içermeyen) AC motor tarafından tüketilen elektriksel güce eşittir:

$$P_e = \text{Güçfaktörü} * I_{\text{motor}} * V_{\text{motor}} * \sqrt{3}$$

Motor verimliliği:

$$P_{mekanik} = Verimlilik * P_e = Verimlilik * Güçfaktörü * I_{motor} * V_{motor} * \sqrt{3}$$

Bara kapasitörü doğrultulmuş AC hattının ortalamasını aldığından dolayı, bara voltajı yaklaşık olarak hat tepe noktasının %93'ü (ideal olarak $3/\pi$ veya %95.493 diyot ve bara indüktörü kesilmeden) olacaktır:

$$V_{bara} = .93 * \sqrt{2} * V_{hat}$$

$$I_{bara} = \frac{P_e}{V_{bara}}$$

Yukarıda verilmiş olan ilişkilere göre, bara akımı motor gücünün veya maksimum AC akımının bilinmesiyle bulunabilir.

$$I_{bara} = \left[\frac{745.7}{Verimlilik * V_{bara}} \right] * P_{mekanik} \quad P_{mekanik}'in brimi beygir gücüdür.$$

Ya da:

$$I_{bara} = \left[\frac{Güçfaktörü * V_{motor} * \sqrt{3}}{V_{bara}} \right] * I_{motor}$$