

## نقش آنبالانسی در بهبود کیفیت توان



[www.mashhadtadbir.com](http://www.mashhadtadbir.com)

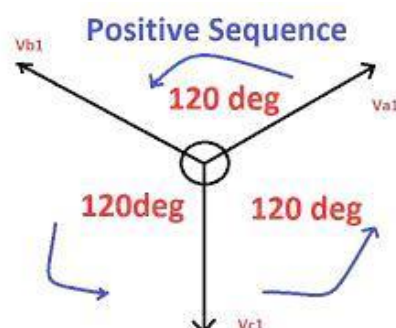
انتشار یا اشتراک این محتوا با ذکر منبع بلامانع می باشد.

## آنبالانسی در شبکه برق؛ پارامتری مهم و قابل اندازه‌گیری

یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی شبکه‌های توزیع و انتقال برق، آنبالانسی است. میزان آنبالانسی در شبکه برق می‌تواند تا حدودی کیفیت شبکه را مشخص کند و همچنین در عملکرد مناسب تجهیزات الکترونیکی متصل به شبکه تاثیرگذار باشد. آنبالانسی که ناشی از عدم تعادل ولتاژ است، عموماً در سیستم‌های سه‌فاز رخ می‌دهد. چرا که منابع یا همان نیروگاه‌ها فقط در سه‌فاز می‌توانند (به‌صورت همزمان) خروجی را افزایش یا کاهش دهند و این امر برای فازهای جداگانه ممکن نیست. در این مطلب با آنبالانسی در شبکه برق، روش محاسبه و رفع آن آشنا می‌شویم.

## آنبالانسی در شبکه برق چیست و چگونه رخ می‌دهد؟

بسیاری از تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده توسط ما با برق تک فاز تغذیه می‌شوند. و به همین دلیل است که دوشاخه بیشتر تجهیزات از نوع معمولی بوده و در آن‌ها از دوشاخه‌های ولتاژ بالا استفاده نمی‌شود. در حالت متعادل ولتاژهای سه‌فاز از نظر بزرگی یکسان باشند و زوایای فاز به صورت برداری  $120^\circ$  درجه اختلاف دارند. در سیستم‌های سه‌فاز، عدم تعادل ولتاژ یا همان آنبالانسی زمانی رخ می‌دهد که اندازه ولتاژهای خط یا فاز متفاوت بوده و یا این که زاویه فازها برابر نباشند. بروز آنبالانسی می‌تواند به علت وقوع ترکیبی این دو وضعیت نیز باشد.



در زیر برخی از عواملی که باعث ایجاد عدم تعادل ولتاژ می‌شوند آورده شده است:

- ولتاژ منبع برق (اعم از شبکه عمومی یا تولید خود) که متعادل نیست

- امپدانس نابرابر یک سیستم توزیع سه فاز
- بارگذاری نامتعادل خازن های اصلاح کننده ضریب توان (مانند سوختن فیوز در یک فاز)
- توزیع ناهموار بارهای تک فاز
- بار با وجود اینکه در سه فاز وصل شده است نامتعادل است
- ضربه زدن نادرست ترانسفورماتور

آنبالانسی در شبکه برق در زیرمجموعه مشکلات توان شبکه قرار می گیرد. مشکلات توان شامل موارد دیگری مانند هارمونیک ها، فلیکر و افت ولتاژ می شوند. یکی از دلایل اهمیت بسیار زیاد پارامتر آنبالانسی، مشکلات بسیار زیادی است که در صورت عدم تعادل ولتاژ در شبکه توزیع و انتقال برق به وجود می آید. تلفات در سیستم های انتقال و توزیع برق و همچنین خرابی موتورهای سه فاز تنها برخی از مشکلاتی هستند که بر اثر بروز آنبالانسی به وجود می آیند. همچنین باید گفت که این مشکل اثر هشداردهنده کمتری روی تجهیزات الکتریکی معمولی سه فاز دارد.

### چرا بروز آنبالانسی می تواند در دسرساز شود؟

همان طور که می دانید، تولید برق در شبکه عموماً به صورت متعادل یا بالانس انجام می شود. یکی از دلایل ایجاد آنبالانسی در شبکه توزیع برق این است که با وجود متعادل بودن مصرف کننده، در صورتی که امپدانس شبکه یا برخی از اجزای آن تا رسیدن به محل بار نامتعادل باشد، ولتاژ تحویلی به مصرف کننده آنبالانس خواهد شد.

یکی دیگر از دلایل بروز آنبالانسی در شبکه برق، این است که با وجود متعادل بودن امپدانس های سیستم (برای مثال ۳ هادی یکسان از نظر فیزیکی)، مصرف کننده نامتعادل بوده و جریان هایی که از فازها کشیده می شوند نابرابر باشند.

در ادامه با مشکلات بروز آنبالانسی در سیستم برق آشنا می‌شویم:

با توجه به اتصال بارهای نامتعادل به شبکه برق، اختلاف ولتاژ بین فازهای پر بار و فازهای کم بار می‌تواند بالا باشد. در این شرایط اختلالی در عملکرد ماشین‌های سه‌فاز به وجود می‌آید و بارهای تک‌فاز نیز ممکن است به دلیل افت ولتاژ بیش از حد خاموش شوند.

اگر تمام تجهیزات متصل به شبکه تنها از یک فاز استفاده کنند، جریان آن فاز بیشتر از حد مجاز شده و ترانسفورماتور خاموش می‌شود. این اتفاق در حالی رخ می‌دهد که امکان تامین سه برابر توان مصرفی در شبکه وجود دارد اما تجهیزات به دلیل وجود آنبالانسی نمی‌توانند از آن استفاده کنند.

همان‌طور که اشاره شد، نیروگاه‌های تولید برق به صورت همزمان تنها در سه‌فاز می‌توانند خروجی خود را افزایش یا کاهش دهند و این کار برای فازها به صورت جداگانه به دلایل فنی انجام نمی‌شود.

### چگونه از بروز آنبالانسی در شبکه برق جلوگیری کنیم؟

برای جلوگیری از بروز آنبالانسی در شبکه برق، ابتدا باید داده‌های شبکه را با استفاده از تجهیزات سه‌فاز آنالیز کنید. میزان آنبالانسی در شبکه بر اساس استاندارد IEC اندازه‌گیری می‌شود. حال اگر شاخص متعادل اندازه‌گیری شده از مقدار مشخص شده در استاندارد عبور کند، باید آن را کاهش داد.

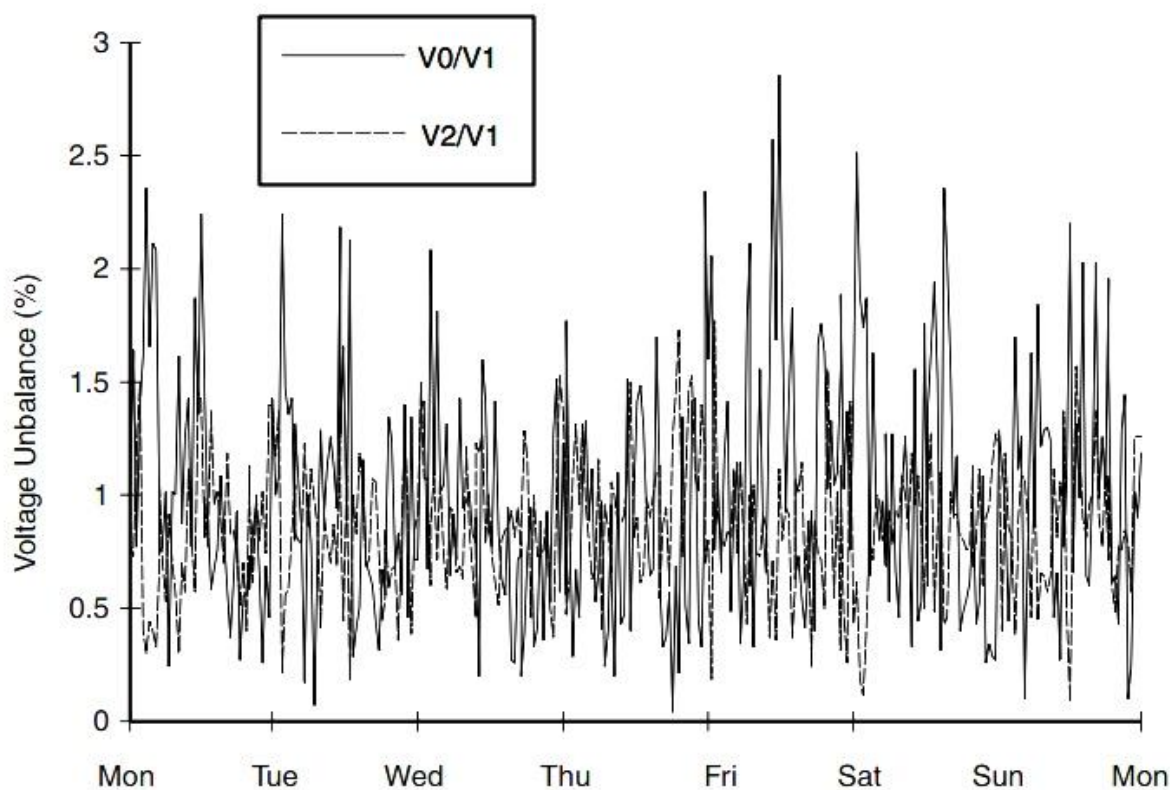
از روش‌های بهبود آنبالانسی در شبکه برق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **تغذیه بارهای تک‌فاز بزرگ را جدا کنید:** یکی از مهم‌ترین مراحل در بهبود نامتعادلی در شبکه، تعیین یک منبع تغذیه جداگانه برای بارهای تک‌فاز بزرگ است تا کم‌ترین فشار به شبکه توزیع وارد شود.
- **بارهای تک‌فاز بزرگ را به نزدیک‌ترین نقطه تغذیه ورودی وصل کنید:** افزایش فاصله اتصال بارهای تک‌فاز بزرگ تا نقطه تغذیه ورودی با تغییر امپدانس باعث افت ولتاژ بارها می‌شود. با نزدیک کردن بار به تغذیه ورودی، تاثیر فاصله به شدت کاهش پیدا می‌کند.

- بارهای تکفاز را یکنواخت توزیع کنید: توزیع یکنواخت بارهای تکفاز نیز می‌تواند باعث کاهش نامتعادلی در شبکه برق شود. برای مثال می‌توانید تجهیزات را با توجه به میزان مصرف، به تعداد برابر به هر یک از فازها متصل کنید تا بارهای تکفاز به صورت کاملاً یکنواخت تغذیه شوند.

## روش محاسبه آنبالانسی در شبکه برق

میزان آنبالانسی حداکثر انحراف از میانگین ولتاژ یا جریان های سه فاز تقسیم بر میانگین آنها ست و بر حسب درصد بیان می شود. نابالانسی با دقت بیشتری با استفاده از مولفه های متقارن محاسبه می شود. برای تعیین درصد آنبالانسی می توان از نسبت مولفه منفی یا صفر به مولفه توالی مثبت استفاده کرد. که در جدیدترین استانداردها برای محاسبه آنبالانسی از روش توالی منفی استفاده می شود. شکل زیر این دو نسبت را برای دوره یک هفته ای در فیدر مسکونی نشان می دهد.



محاسبه نیز به شکل زیر است:

$$V_0 = 1/3(Va + Vb + Vc)$$

$$V_1 = 1/3(Va + aVb + a^2Vc)$$

$$V_2 = 1/3(Va + a^2Vb + aVc)$$

$$V_{un} = \frac{V_2}{V_1}$$

#### Voltage Symmetrical Components Systems

$$a = e^{j120} = -0.5 + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a^2 = e^{2j120} = -0.5 - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

#### Unbalanced voltage

برای افزایش راندمان شبکه توزیع و انتقال برق و همچنین کاهش مصرف انرژی، پایش مداوم پارامترهای کیفی مختلف شبکه ضروری است. آنبالانسی در شبکه برق نیز یکی از همین پارامترها به شمار می‌آید که در سیستم‌های سه‌فاز اهمیت بسیار زیادی دارد و باید به آن توجه ویژه‌ای داشت.

برای پایش انواع پارامترهای شبکه برق، می‌توان از تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات مانند پاورآنالایزرها استفاده نمود.