INVESTMENT OF ELECTRICAL EQUIPMENT

المحاضرة السادسة: جودة الطاقة الكهربائية

د. أحمد محمد رحال

مادة: استثمار التجهيزات الكهربائية

سنة: ثالثة تغذية كهربائية

جودة الطاقة الكهربائية

مقدمة:

• إن نظام الطاقة الكهربائي المثالي هو النظام الذي يكون فيه قيمة الجهد والتيار والتردد ثابتة باستمرار بدون تشويش من أي نوع من أنواع الأحمال وهذا يعني أن معامل القدرة يكون ١٠٠% وموجة الجهد والتيار يكون شكلهما جيبي مائة بالمئة. وهذا طبعا شبه مستحيل في الحياة العملية.

• ان المؤشرات الأساسية لنوعية وجودة الطاقة الكهربائية هي استقرار الجهد والتردد والموجة الجيبية لكل منهما. لذلك سنبحث في انحراف واهتزاز الجهد وكذلك انحراف واهتزاز التردد فضلا عن التوافقيات التي تلوث الشكل الجيبي لكل من التيار والجهد وتأثير كل ذلك على نوعية وجودة وموثوقية التغذية الكهربائية.

فهناك عدد من الاسباب التي تؤدي الى رداءة جودة الطاقة الكهربائية، أهمها:

١. الاختيار الخاطئ لمقاطع ونوعية الأسلاك ؛
٢. التأريض غير الصحيح للتجهيزات؛
٣. الأحمال غير المتوازنة؛
٤. وجود التوافقيات؛
٥. انقطاع التيار الكهربائي؛
٦. تعطل التجهيزات الكهربائية والاستهلاك الزائد للطاقة.

فلتقليل مخاطر توقف الانتاج في المنشآت المختلفة وتلف المعدات الكهربائية، يتم جمع بيانات النظام الكهربائي على ارض الواقع وتحليل جودة الطاقة الكهربائية لمراقبة ومعرفة المشاكل المؤدية الى رداءة جودة الطاقة، والعثور على الاسباب، وتحديد التجهيزات اللازمة للمعالجة والخطوات اللازمة لحل هذه المشاكل وازالة الأسباب المؤدية الى ذلك.

معطيات التغذية الكهربائية المثالية Ideal Power:

من المهم أن تكون الطاقة الكهربائية التي تغذي الأحمال "نظيفة" ، مما يعني أن شكل موجة الجهد والتيار جيبية نقية، وخالية من التشويه، ومتوازنة بين بعضها البعض. حيث من الممكن أن تؤدي الطاقة منخفضة الجودة إلى زيادة الفواتير والتسبب في تلف المعدات، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج وزيادة اوقات التوقف.

يتميز نظام الطاقة ثلاثي الطور "المثالي" بالخصائص التالية:

١. التيار متطابق بالزاوية مع الجهد لكل طور Power Factor = 1 و الفرق الزاوي بين تيارات الاطوار للتيار والجهد ١٢٠ درجة وكلها متساوية بالقيمة أي هناك توازن balance .

٢. لا يوجد تشويه distorted بموجة الجهد او التيار فهي امواج جيبية sine waves متواصلة بدون انقطاع .

٣. ممانعة المنبع source impedance هي صفر، بحيث لا تؤثر التغيرات عند الحمل على جهد المنبع .

٤. التردد الفعلي actual frequency يساوي التردد الاسمي nominal frequency.

على ارض الواقع لا يوجد نظام طاقة "مثالي" ، ولكن فهم هذه الخصائص المثالية مع الحدود المسموح بها للانحرافات ينتج لدينا التقييم اللازم لجودة الطاقة الكهربائية المغذية للتجهيزات الكهربائية .

هناك مواصفات قياسية عالمية معتمدة لجودة الطاقة والانحرافات المسموحة من بينها المواصفة الاوربية EN 50160 والامريكية ANSI C84.1.

معايير نوعية وجودة الطاقة الكهربائية:

انحراف الجهد:

يعد انحراف الجهد من أهم معايير نوعية وجودة الطاقة الكهربائية.

ويعرف انحراف الجهد بأنه الفرق بين قيمة الجهد الفعلي U والجهد الإسمي Un للشبكة، أي:

$$\Delta U = U - Un \quad \text{..... (1)}$$

أو كنسبة مئوية من الجهد الاسمي:

$$\Delta U\,\% = \frac{U - Un}{Un} \times 100 \quad \text{... ....(2)}$$

ووفقا للنظم القياسية فإنه يسمح بانحراف الجهد عن الجهد الاسمي كالتالي:

١. **+10% ÷ -5% على مداخل المحركات والتجهيزات الكهربائية اللازمة لإقلاعها.**

٢. **+5% ÷ -2.5% على مداخل الإنارة.**

وفي ظروف الأعطال يسمح بانحراف الجهد ب 5% اضافية زيادة عن القيم السابقة.

يؤدي ارتفاع الجهد بشكل عام الى ما يلي:

١- اجهاد المواد العازلة للتجهيزات الكهربائية والذي يؤدي مع الزمن الى انهيارها؛

٢- تسبب النبضات العالية للجهد الى تخريب البيانات المخزنة في الحواسيب؛

٣- يؤدي ارتفاع الجهد الى تشوهات في الدارات الالكترونية وانهيار بعض اجزائها.

ان من أهم أسباب ارتفاع الجهد، هو:

١. انقطاع أحد الأطوار (أي فقد أحد النواقل الثلاثة الحاملة للطاقة)؛
٢. الهبوط المفاجئ في تحميل الخطوط نتيجة فصل أحمال ذات استطاعة عالية؛
٣. إعادة توصيل التغذية؛
٤. قطع في نواقل الحيادي؛
٥. القصر بين طور والأرض يعرض الأطوار الأخرى لزيادة لحظية في الجهد؛
٦. تشغيل لوحة مكثفات تحسين معامل الاستطاعة ذات السعات الكبيرة.

أما انخفاض الجهد فيودي الى ما يلي:

١. زيادة المفاقيد في الآلات الكهربائية؛
٢. زيادة التسخين والاهتزازات؛
٣. يسبب انهياراً ميكانيكيا للمحركات؛
٤. يؤثر في عزم الاقلاع للمحركات والذي يتناسب طردا مع مربع الجهد.

ملاحظة: يحدث انخفاض الجهد اما بسبب مصدر التغذية أو بسبب الشبكة الداخلية للمستهلكين.

ويمكن اختصار اسباب انخفاض الجهد الناتج عن مصدر التغذية بما يلي:

١.حالات القصر التي تؤدي الى قطع الدارة الكهربائية؛

٢.الحالات الخارجية .... مثل الصواعق والرياح التي تؤدي الى فصل الدارة الكهربائية؛

٣.انقطاع خطوط التغذية نتيجة لأي سبب خارجي.

أما أسباب انخفاض الجهد الناتجة عن الشبكة الداخلية للمستهلكين فتتلخص بما يلي:

١.اقلاع المحركات الكبيرة؛

٢.الزيادة الفجائية للأحمال؛

٣.الأحمال الالكترونية التي تستجر تيارات عالية ....مثل آلات التصوير.

اهتزاز التوتر:

وهو الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الدنيا لتغيرات التوتر المتتابعة، اي:

$$\Delta U = Umax - Umin \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

أو كنسبة مئوية من التوتر الاسمي:

$$\Delta U\ \% = \frac{Umax - Umin}{Un} \times 100 \ldots . (4)$$

وتعد الأحمال التالية مصدر لاهتزاز التوتر: المضخات – المصاعد – الضواغط – المراوح – السخانات الكهربائية – ماكينات اللحام الموضعي – تجهيزات اللحام بالقوس الكهربائي – أفران القوس الكهربائي – مبدلات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

ان قيمة اهتزاز التوتر المسموح بها 5% لأحمال القوى الكهربائية حسب النظم العالمية.

تخفيض اهتزاز التوتر:

تستخدم عدة طرق لتخفيض اهتزاز التوتر، والطريقة الأكثر بساطة لذلك هي نقل الأحمال التي تسبب اهتزاز التوتر الى خطوط تغذية مستقلة (أي فصل الأحمال). حيث تستخدم في شبكات التوزيع محولات قدرة ذات ملفين على الطرف الثانوي، حيث تربط الأحمال المستقرة على أحد الملفات في حين تربط الأحمال التي تسبب اهتزاز التوتر على الملف الآخر.

انحراف التردد:

يعرف انحراف التردد بأنه الفرق بين قيمة التردد الفعلي والتردد الاسمي، أي:

$$\Delta f = f - fn \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

أو كنسبة مئوية من التردد الاسمي:

$$\Delta f\,\% = \frac{f - fn}{fn} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

في الظروف الطبيعية لعمل نظام القدرة الكهربائية فانه يسمح بانحراف التردد بحدود $\pm$ 0,1Hz مدة عشر دقائق اذا كانت مستمرة، أما اذا كانت هذه المدة متقطعة فيسمح بانحراف تردد مقداره $\pm$ 0,2Hz .

اهتزاز التردد:

يعرف اهتزاز التردد بأنه الفرق بين القيمة العظمى للتردد والقيمة الدنيا له خلال مدة زمنية محددة، أي:

$$\Delta f = f_{max} - f_{min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

أو كنسبة مئوية من التردد الاسمي:

$$\Delta f\ \% = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_n} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

إن انحراف التردد وكذلك اهتزاز التردد يؤثران في عمل و وثوقية التجهيزات الكهربائية.

التوافقيات:

أدى التقدم السريع في استخدام الكترونيات القدرة الكهربائية في الصناعة والتزايد المستمر للأحمال الصناعية غير الخطية الى نشوء الموجات الكهربائية بصورة ملحوظة وظهور التوافقيات. والتوافقيات هي إشارات كهربائية غير مرغوب فيها تظهر مركبة على الموجة الأساسية بالشبكات الكهربائية وترددها عبارة عن مضاعفات التردد الأساسي وتتسبب في تشوه شكل موجة التيار أو موجة الجهد.

أهم مصادر التوافقيات :

١- آلات اللحام، أفران القوس الكهربائي، أفران التحريض الكهربائي؛

٢- تجهيزات القيادة الالكترونية للمحركات التحريضية ومحركات التيار المستمر؛

٣- أجهزة عدم انقطاع القدرة الكهربائية UPS؛

٤- تجهيزات المكاتب: الحاسبات الالكترونية، آلات التصوير والنسخ ....؛

٥- الأفران الكهربائية التي تعمل بالأمواج القصيرة؛

٦- أجهزة الانارة ذات مصابيح الفلورسنت؛

٧- التجهيزات الكهربائية التي تتضمن تشبعا مغناطيسيا مثل المحولات.

المؤشرات التي تدل على وجود التوافقيات في الجهد، ما يلي:

١. ارتفاع درجة حرارة محولات التوزيع والكابلات؛
٢. ارتفاع درجة حرارة نواقل الحيادي؛
٣. ارتفاع الجهد بين نقطة الحيادي والأرضي عن القيمة الأساسية (غالبا ما تتجاوز ٢ فولت)؛
٤. انخفاض معامل الاستطاعة؛
٥. انهيار مكثفات تحسين معامل الاستطاعة؛
٦. حدوث اهتزازات ميكانيكية بالآلات الدوارة؛
٧. حدوث تداخل مع أجهزة التحكم للمحركات الكبيرة؛
٨. زيادة المفاقيد في الآلات المتزامنة والتحريضية.

انتهت المحاضرة

أتمنى لكم التوفيق والنجاح