

التوليد ومحطات التحويل الرئيسية

الأحمال الكهربائية

الجدارة:

الإلمام بالأنواع المختلفة للأحمال الكهربائية وكذلك بالمعاملات المختلفة الخاصة بها.

الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

- 1- الأنواع المختلفة للأحمال الكهربائية
- 2- المعاملات المختلفة للأحمال الكهربائية
- 3- معاملات محطات القوى الكهربائية

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 100٪

الوقت المتوقع : 9 ساعات

الوسائل المساعدة:

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في جميع الحقائب السابقة

المقدمة

تتكون منظومة القوى الكهربائية من ثلاث أجزاء رئيسية : محطات التوليد ، منظومة النقل ، ومنظومة التوزيع. وتمثل تكاليف منظومة التوزيع ما يقارب 40% من التكاليف الكلية لمنظومة القوى، وهي نسبة مرتفعة وربما تكون غير متوقعة لدى الكثير من العاملين في ميدان القوى الكهربائية، لذا يجب إعطاؤها مزيداً من الأهمية والعناية عند تصميمها و إنشائها. يعتمد تصميم منظومة التوزيع على دراسة الأحمال الكهربائية المراد تزويدها بالطاقة، لذا فقد تم تخصيص هذه الوحدة لدراسة مختلف الأحمال الكهربائية و المعاملات الخاصة بها، كما سنتطرق إلى معاملات المحطات التوليد الكهربائية.

الأنواع المختلفة للأحمال الكهربائية

يمكن تقسيم الأحمال التي تغذيها شبكات التوزيع إلى ثلاث أنواع :

- الأحمال السكنية: وتشمل المدن وضواحيها والمناطق الريفية
 - الأحمال التجارية: وتشمل المطارات والموانئ والمستشفيات والفنادق والمباني الحكومية والمسارح والملاعب والمباني التجارية.
 - الأحمال الصناعية: وتشمل الورش والمصانع الصغيرة والمصانع الكبيرة.
- ويمكن لشبكة توزيع أن تغذي أحمالا سكنية بحتة مثل ضواحي المدن أو خليط من الأحمال التجارية والسكنية مثل مراكز المدن. أما المناطق الصناعية فعادة ما يكون لها شبكة توزيع داخلية خاصة بها.

القيم النموذجية لمختلف الأحمال:

الأحمال الصناعية:

يبين الجدول 3.1 الطاقة المطلوب لإنتاج بعض الأصناف الصناعية. بينما يوضح الجدول 3.2 القيم التقديرية لكثافة الأحمال الخاصة ببعض الصناعات. أما القيم النموذجية للأحمال الخاصة بتكييف الهواء فقد تم تلخيصها في الجدول 3.3.

جدول 3.1 : الطاقة اللازمة لبعض المنتجات الصناعية:

المنتج	الطاقة الكهربائية لكل وحدة منتجة (KWh)	المنتج	الطاقة الكهربائية لكل وحدة منتجة (KWh)
أسمنت (طن)	112	سكر خام (طن)	220
البنزين (طن)	3.5	الصوديوم (كيلوجرام)	11
ورق (طن)	500	الألمنيوم (كيلوجرام)	20
فوسفات الأمونيوم (طن)	16	حامض الكبريت (طن)	36
صلب (طن)	230	الأمونيا والكلور (طن)	1680
حديد خام (طن)	25	سجاد (1000م ³ متر مربع)	1770

جدول 3.2 : قيم تقديرية لكثافة الأحمال (إضاءة وقوى) في صناعات مختلفة:

كثافة الحمل VA/m^2	نوع المصنع
120	غزل ونسيج
100	كيماويات وأجهزة إلكترونية
140	ورق
50	لمبات
75	ورش تصليح المكائن
35	ورش صغيرة

جدول 3.3 : القيم النموذجية للأحمال الخاصة بتكييف الهواء:

الحمل على المساحة المكيفة VA/m^2	نوع المبنى
70	مركز تجاري
50 - 30	بنك
60	فندق
60	مبنى مكاتب
80	مطعم

المعاملات المختلفة لأحمال الكهربائية

متوسط الحمل (الطلب) D_{av} Average Load (Demand)

يحسب متوسط الحمل خلال فترة زمنية محددة ويعرف أيضا بالطلب . وقد تكون وحدة متوسط الحمل الكيلو فولت أمبير أو كيلو وات أو أمبير أو أي وحدة أخرى مناسبة. ويفضل استخدام الكيلو فولت أمبير، وهي القدرة الظاهرية، حيث إنها تتضمن التيار الفعلي بصرف النظر عن قيمة معامل القدرة. والفترة الزمنية التي تحسب خلالها القيمة المتوسطة للحمل تعرف بالفصل الزمني للطلب. وعند تحديد متوسط الحمل يجب أيضا تحديد الفترة الزمنية لهذا الحمل حيث إن ذكر متوسط الحمل وحده ليس له أي معنى. يمكننا تحديد متوسط الحمل اليومي أو الشهري أو السنوي أو خلال أي فترة زمنية كانت وذلك حسب الحاجة.

مجموع الأحمال خلال 24 ساعة

$$\text{متوسط الحمل اليومي} = \frac{\text{مجموع الأحمال خلال 24 ساعة}}{24 \text{ ساعة}}$$

$$D_{av} = \frac{\sum D_i}{T}$$

مجموع الأحمال خلال ١٢ شهر

$$\text{متوسط الحمل السنوي} = \frac{\text{مجموع الأحمال خلال ١٢ شهر}}{12 \text{ شهر}}$$

الطلب الأقصى (D_{max} Maximum Demand)

يعرف الطلب الأقصى بأنه متوسط الطلب لفاصل زمني يتراوح بين 15 و30 دقيقة حول اللحظة التي يبلغ عندها الحمل ذروته خلال الفترة الزمنية المحددة للطلب نفسه.

معامل الطلب (DF Demand Factor)

وهو النسبة بين الطلب الأقصى للمنظومة على مجموع الأحمال الموصلة للمنظومة. كما يمكننا أن نحسب معامل الطلب لجزء من المنظومة كالأحمال الصناعية أو الأحمال التجارية بمفردها. تكون قيمة معامل الطلب غالباً أقل من واحد أو يساوي الواحد في الحالة التي تشتغل فيها جميع الأجهزة في نفس الوقت خلال الفترة الزمنية المحددة للطلب. ويعتبر هذا المعامل مؤشراً على مجموع الأحمال التي تشغل في نفس الوقت.

الطلب الأقصى للمنظومة

معامل الطلب =

مجموع الأحمال الموصلة للمنظومة

$$DF = \frac{D_{\max}}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

معامل الحمل (FLd Load Factor)

وهو نسبة بين متوسط الحمل خلال فترة زمنية محددة والقيمة القصوى للحمل خلال نفس الفترة. ولذلك فإن معامل الحمل دائماً أقل من الواحد أو مساو لواحد في الحالة التي يكون فيها الحمل ثابت خلال الفترة المحددة. فعلى سبيل المثال إذا كان متوسط الحمل خلال 24 ساعة هو 80 kW وكانت القيمة القصوى للحمل خلال هذه الفترة 100kW فإن معامل الحمل هو 0.8.

متوسط الحمل خلال فترة زمنية محددة

معامل الحمل =

القيمة القصوى للحمل خلال نفس الفترة

$$F_{Ld} = \frac{D_{av}}{D_{max}}$$

حيث إن: - D_{av} متوسط الطلب (متوسط الحمل)
- D_{max} الطلب الأقصى (ذروة الحمل)

معامل التباين (التشتت) Diversity Factor (F_{Div})

وهو النسبة بين مجموع الطلب الأقصى لكل حمل من الأحمال و الطلب الأقصى لجميع الأحمال. يكون معامل التباين أكبر من واحد أو يساوي الواحد عندما تكون جميع الطلبات القصوى للأحمال متزامنة.

مجموع الطلب الأقصى لكل حمل

معامل التباين =

الطلب الأقصى لمجموع الأحمال

$$F_{Div} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{i \max}}{D_{t \max}}$$

حيث: - $D_{i \max}$ الطلب الأقصى للحمل D_i

- $D_{t \max}$ الطلب الأقصى لمجموع الأحمال D_t

- مجموع الأحمال: $D_t = D_1 + D_2 + \dots + D_i$

معامل التوافق Coincidence Factor (F_c)

وهو عكس معامل التباين:

$$F_c = \frac{1}{F_{Div}}$$

معامل الاستخدام (F_u) Utilization factor

وهو النسبة بين الطلب الأقصى للمنظومة والسعة المقدرة للمنظومة. ويمكننا إيجاد معامل الاستخدام لجزء من المنظومة فقط. يتم تحديد السعة المقننة للمنظومة حسب هبوط الجهد المسموح به والحدود الحرارية.

$$F_u = \frac{D_{\max}}{D_{\text{rated}}}$$

حيث: $D_{\max}$ الطلب الأقصى للمنظومة
 D_{rated} السعة المقننة للمنظومة

تباين (تشتت) الأحمال (LD Load diversity)

وهو الفرق بين مجموع أحمال الذروة وحمل الذروة لمجموع الأحمال، حيث :

$$LD = \left(\sum_{i=1}^n D_{i \max} \right) - D_{t \max}$$

الطاقة المستهلكة

يتم حساب الطاقة المستهلكة خلال فترة زمنية محددة بضرب متوسط الحمل خلال هذه الفترة بعدد الساعات خلال هذه الفترة. أما عن الوحدة المستخدمة لحساب الطاقة المستهلكة فهي kWh.
الطاقة المستهلكة شهريا (kWh) = متوسط الحمل خلال الشهر (kW) X عدد ساعات الشهر (h)

استخدام الأحمال في تصميم شبكة التوزيع

عند تصميم شبكة التوزيع يجب معرفة عامل الطلب وعامل التباين للأحمال المختلفة ولمجموعات الأحمال.. وجدير بالذكر أن قيمة الطلب وعامل التباين هي قيم تقديرية ويتم تحديدها بناء على خبرات سابقة. يتضح مما سبق أن عامل التباين يزداد كلما زاد عدد الأحمال المماثلة. يتراوح معامل التباين في المصانع بين 1.15 و 1.5 . وعمليا يتم حساب الطلب الأقصى للمصنع باعتبار أن قيمة عامل التباين ثابت في جميع المراحل، بحيث يصبح في وسع الشبكة تحمل الزيادة في الأحمال.

عند تصميم شبكة توزيع، أيا كان نوعها، صناعية أو تجارية أو سكنية فهناك عدة خطوات يجب اتباعها. ومن أهم هذه الخطوات بالنسبة للشبكة الصناعية مايلي:

- 1- تحديد أماكن الأحمال الكبيرة على الرسم التخطيطي للمصنع وحساب إجمالي الحمل بالتقريب (kW أو KVA).
- 2- تقدير حمل الإضاءة وحمل التكييف والأحمال الأخرى وذلك عن طريق البيانات المتوفرة أو من التقديرات المحددة في الجداول الفنية للإضاءة.
- 3- تحديد الحمل الموصل الكلي وحساب أقصى طلب باستخدام معامل الطلب ومعامل التباين المناسب.

- 4- التحقق من الأحمال غير العادية مثل بدء المحركات الكبيرة وتشغيل الأفران الصناعية (مثل أفران الصلب) والأحمال التي يجب تشغيلها أيا كانت الظروف والأحمال ذات دورات التشغيل الخاصة.
- 5- دراسة نظم التوزيع المختلفة واختيار أنسب نظام يتفق واحتياجات المصنع مع الأخذ في الاعتبار التكاليف.
- 6- تجهيز رسم تخطيطي مبدئي مفرد للنظام.

معاملات محطات القوى الكهربائية

معامل سعة المحطة Plant Capacity Factor

وهو النسبة بين الطاقة المنتجة خلال فترة زمنية محددة والطاقة التي يمكن إنتاجها خلال نفس الفترة إذا اشغلت المحطة بدون توقف بقدرتها القصوى.

الطاقة المنتجة سنويا (KWh)

$$\text{معامل سعة المحطة السنوي} = \frac{\text{الطاقة المنتجة سنويا (KWh)}}{\text{سعة المحطة (KW) X عدد ساعات السنة}}$$

معامل الاحتياط Reserve Factor

وهو يمثل النسبة بين القدرة الرسمية للمحطة أو سعة المحطة وبين أقصى حمل متصل بها ويكون هذا المعامل دائما أكبر من أو يساوي الواحد.

القدرة الرسمية للمحطة (KW)

$$\text{معامل الاحتياط} = \frac{\text{القدرة الرسمية للمحطة (KW)}}{\text{قدرة الحمل الأقصى (KW)}}$$

معامل الاستخدام Utilization Factor

وهو يمثل النسبة بين الأحمال الموصلة على المحطة وأقصى قدرة يمكن إنتاجها.

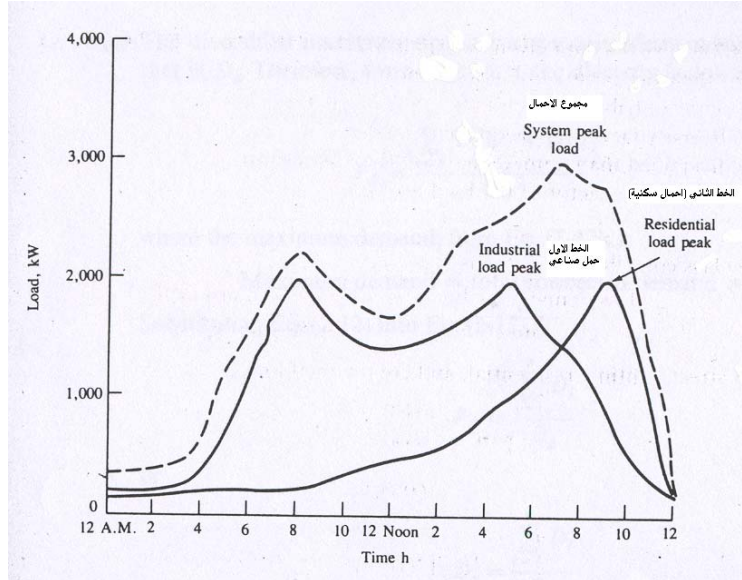
القدرة المحملة على المحطة (KW)

$$\text{معامل الاستخدام} = \frac{\text{القدرة المحملة على المحطة (KW)}}{\text{القدرة القصوى للمحطة (KW)}}$$

تمارين

3.1 يبين الشكل 3.1 جزء من منحنى التحميل لمحطة توزيع رئيسة متمثلاً في خطين يغذيها محول رئيس. يغذي الخط الأول حملاً صناعياً بقيمة متفاوتة بين الساعة 8 صباحاً والساعة 11 مساءً ويبلغ الحمل ذروته عند الساعة الخامسة مساءً بقيمة 2000kW. أما الخط الثاني فهو يغذي حملاً سكنياً تحدث أساساً بين الساعة 6 صباحاً والساعة 12 مساءً ويكون حمل الذروة عند الساعة 9 مساءً بقيمة 2000kW. أوجد ما يلي:

- معامل التباين للأحمال الموصلة بالمحول.
- تباين الأحمال الموصلة بالمحول.
- معامل التوافق للأحمال الموصلة بالمحول.



الشكل (3.1): منحنى التحميل لخطوط التوزيع الأول والثاني

الحل:

مجموع الطلب الأقصى لكل حمل

$$F_{Div} = \frac{2000 + 2000}{3000} \quad F_{Div} \approx 1.33 \quad (أ)$$

(ب) تباين الأحمال هو الفرق بين مجموع أحمال الذروة وحمل الذروة لمجموع الأحمال.

$$LD = (\sum_{i=1}^2 D_{i \max}) - D_{t \max} = (2000 + 2000) - 3000 = 1000 \text{ kW}$$

(ج) معامل التوافق : وهو عكس معامل التشتت ويساوي مقلوبه.

$$F_c = \frac{3}{4} = 0.75 \quad F_c = \frac{1}{F_{Div}}$$

3.2 بناء على جدول الأحمال التالي لخط التغذية الرئيس، أوجد ما يلي:

- أ) معامل التباين لخط التغذية الرئيس
- ب) معامل التوافق للأحمال الثلاثة
- ج) تباين الأحمال الثلاثة

الأحمال (kW)			الزمن
أحمال صناعية	أحمال سكنية	إضاءة الطرقات	(الساعة)
200	200	100	A.M ١٢
200	200	100	1
200	200	100	2
200	200	100	3
200	200	100	4
200	200	100	5
200	200	100	6
200	400	100	7
300	200	0	8
500	500	0	9
1000	500	0	10
1000	500	0	11
1000	500	0	Noon ١٢
1000	500	0	1
1200	500	0	2
1200	500	0	3
1200	500	0	4
1200	600	100	5
800	700	100	6
400	800	100	7
400	1000	100	8
400	1000	100	9
200	800	100	10
200	600	100	11

جدول 3.4 : الأحمال اليومية على أحد خطوط التغذية الرئيسة

3.3 بناء على المعطيات المسجلة في الجدول 3.4 احسب لكل من الأحمال السكنية والأحمال الصناعية

ما يلي:

- متوسط الحمل اليومي.
- معامل الحمل اليومي.
- الطاقة المستهلكة يوميا لكل نوع من الأحمال السكنية و الصناعية.