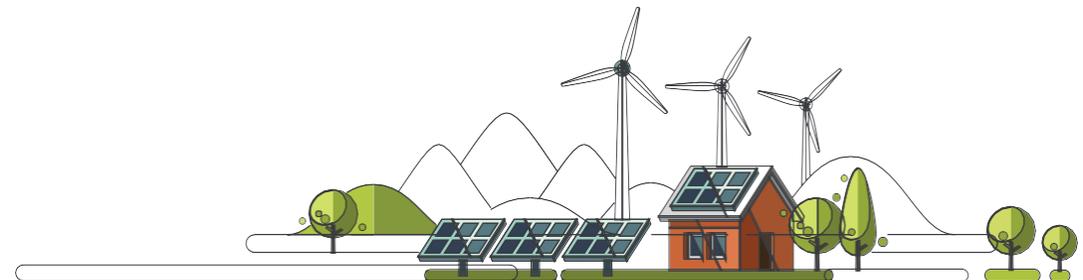
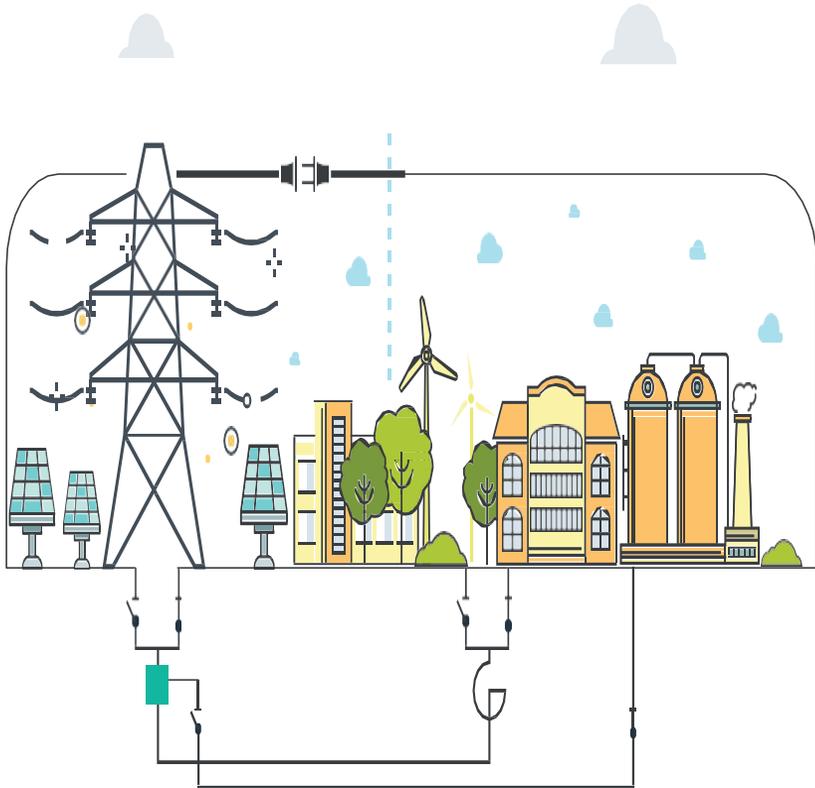


حساب الأحمال الكهربائية بالمباني والمنشآت

إعداد: م. طارق أبوخضرة





مكونات الدورة

- ١- مقدمة وتعريفات مهمة
- ٢- طرق حساب الاحمال الكهربائية -١
- ٣- طرق حساب الاحمال الكهربائية -٢
- ٤- طرق حساب الاحمال الكهربائية -٣

حساب الاحمال الكهربائية

مقدمة

في بداية مرحلة الدراسة والتصميم لاي مشروع ، يجب عمل دراسة مبدئية لحساب الحمل الكهربائي بناءً على المساحة الفعلية للمشروع وذلك لتوفير التغذية بمصدر الطاقة الكهربائية المناسبة للمشروع وأيضا توفير المساحات المناسبة واللازمة للمعدات الكهربائية (كالمحولات والمولدات). وذلك طبقاً لمتطلبات ومواصفات الهيئة المسئولة عن توصيل الطاقة الكهربائية مع مراعاة متطلبات الامن والسلامة ، يجب الأخذ في الاعتبار أثناء التصميم وحسابات الأحمال لأي شبكة كهربائية التوسع المستقبلي للأحمال الكهربائية لذا يتم عمل الدراسة شاملة الطلب الحالي للأحمال الكهربائية مضافاً إليه نسبة إضافية للأحمال للطلب المستقبلي وذلك بناءً على العوامل المؤثرة في الحمل الكهربائي وخصائصه .

ما الفرق بين حساب الحمل المبدئي وحساب الحمل النهائي؟

حساب الحمل النهائي	حساب الحمل المبدئي
يتم باستخدام البيانات الفعلية بعد عمل التصميمات والمتطلبات والحسابات الخاصة لجميع المعدات الموجودة داخل نطاق المشروع او المنشأة ومعرفة قدرات المعدات وعددها	يتم باستخدام الحمل النوعي (VA/m^2) وذلك من خلال الجداول المعتمدة من شركات التوزيع الكهربائي والاكواد العالمية ومعرفة المساحة الفعلية للمشروع وتصنيف المستهلكين
من خلال حساب الاحمال يمكن عمل المخطط الاحادي للمشروع (Single Line Diagram) وحساب وتحديد متطلبات المشروع من لوحات فرعية ورئيسية وكابلات	من خلال حساب الأحمال يمكن تحديد متطلبات المشروع من المعدات الرئيسية كالمحولات والمولدات والمساحات المطلوبة لهذه المعدات وبدء الإجراءات المطلوبة لتوصيل الخدمة للمشروع
يجب عمل حسابات دقيقة وشاملة لجميع الاحمال بداية من اللوحات الفرعية وحتى اللوحات الرئيسية مع الاخذ في الاعتبار جميع التفاصيل والعوامل المؤثرة كمعامل القدرة ووجود محركات واحمال خاصة	يعتبر من ابسط الطرق للحصول على الحمل المبدئي ولكن غير دقيق إلى حد ما حيث لا يؤخذ في الاعتبار عدة عوامل مهمة مثل معامل القدرة

جدول (١) يوضح الفرق بين حساب الحمل المبدئي وحساب الحمل النهائي



صورة لأحد المدن السكنية



صورة لنظام الري بالمزارع

الحمل الكهربائي: هو عبارة عن محصلة مجموع أنواع الأحمال الكهربائية المختلفة الموجودة داخل المشروع محل الدراسة

ويمكن تقسيم الأحمال الكهربائية طبقاً لطبيعة الاستهلاك الى :

١. الأحمال السكنية (المباني السكنية بمختلف أنواعها والفلل ،)
٢. الأحمال التجارية (الأسواق والمجمعات التجارية والفنادق والمستشفيات والمباني الإدارية ،)
٣. الأحمال الصناعية (المصانع والورش ،)
٤. الأحمال الزراعية (معدات الري والماكينات الزراعية ومحطات الالبان ،)
٥. الأحمال العامة (إنارة الطرق والشوارع وأحمال النقل كمترو الانفاق ،)

١- الأحمال السكنية

يمكن تصنيف الأحمال الكهربائية داخل المباني السكنية إلى التالي :

- أحمال الإنارة سواء كانت إنارة داخلية أو خارجية إنارة عادية أو طوارئ (Lighting)
- أحمال مخارج القوى العادية والخاصة بالأجهزة والمعدات الكهربائية والميكانيكية (Sockets/Outlets)
- أحمال المحركات الكهربائية (Motors)
- أحمال التبريد والتهوية والتكييف والتسحين (HVAC)
- أحمال خاصة أو متنوعة (Miscellaneous)

ماهي العوامل المؤثرة في حساب الأحمال ؟

لحساب الاحمال الكهربائية يجب الاخذ في الاعتبارالعوامل المؤثرة في الاحمال الكهربائية وخصائص الأحمال ومن أهم هذه العوامل

معامل الطلب (Demand Factor)

هو النسبة بين أقصى طلب للحمل بوحدة الفولت أمبير أو الوات أو الامبير خلال فترة زمنية معينة إلى الحمل الفعلى الموصل وتكون قيمته أقل من اويساوى الواحد

$$DEMAND FACTOR (D. F) = \frac{Max. DEMAND LOAD (M. D. L)}{CONNECTED LOAD (C. L)}$$

أقصى طلب الحمل (Maximum Demand Load)

هو أقصى طلب للحمل خلال فترة زمنية معينة كساعة أو يوم ويقاس الحمل بوحدة الكيلو فولت امبير (KVA) أو الكيلو وات (KW) أو الامبير (A) ويمكن الحصول عليه من خلال منحنيات الاحمال والحسابات .

D.COMEAU MACHINERY & MOTOR CO.			123 Main Street, Anytown U.S.A.		
PART	8-130243-22	FRAME	K56J	TYPE	CS
HP	1.0	CODE	K	HERTZ	60
RPM	3450	VOLTS	230 / 115	AMBIENT	40 °C
AMPS	6.0 / 12.0	TIME	CONT	PH	1
SF	1.4	INSUL. CLASS	A		
SF A 7.6 / 15.2					
THERMALLY PROTECTED			MADE IN USA		

صورة توضح البيانات الخاصة بمحرك قدرة ١ حصان

الحمل الفعلي الموصل (Connected Load)

لكل جهاز او معدة سعة وقدرة معينة وكذلك جهد تشغيل وتردد معين موضحاً بلوحة بيانات المصنع (Nameplate) يعرف الحمل الفعلي الموصل بأنه مجموع الاحمال الفعلية طبقاً لبيانات المصنع .

في الغالب يكون أقصى طلب للحمل أقل من مجموع الاحمال الفعلية الموصله ويرجع ذلك للأسباب التالية :

١. اختيار أحمال المعدات الكهربائية أكبر من الحمل الفعلي المطلوب وذلك للامان والتغلب على ظروف التشغيل المختلفة وتجنب مشاكل التشغيل كزيادة الحمل و تيار البدء
٢. جميع الاحمال الكهربائية الموجودة داخل المبنى او المشروع لاتعمل في نفس الوقت ولاتعمل بكامل الحمل
٣. يوجد نسبة من ضمن الحمل الكلى عبارة عن احمال احتياطية تقديرية للتوسع المستقبلي للاحمال (Spare Load/Future Load)

مثال للتوضيح

لحساب قدره الموتور المطلوب لتشغيل مضخة رفع مياه لمجمع سكني تبين ان القدرة المطلوبه طبقاً للحسابات ومعاملات الأمان يجب أن يكون ٧,٨ حصان مع العلم بان القدرة المتوفرة بالأسواق طبقاً للمواصفات العالمية يجب أن يكون ١٠ حصان

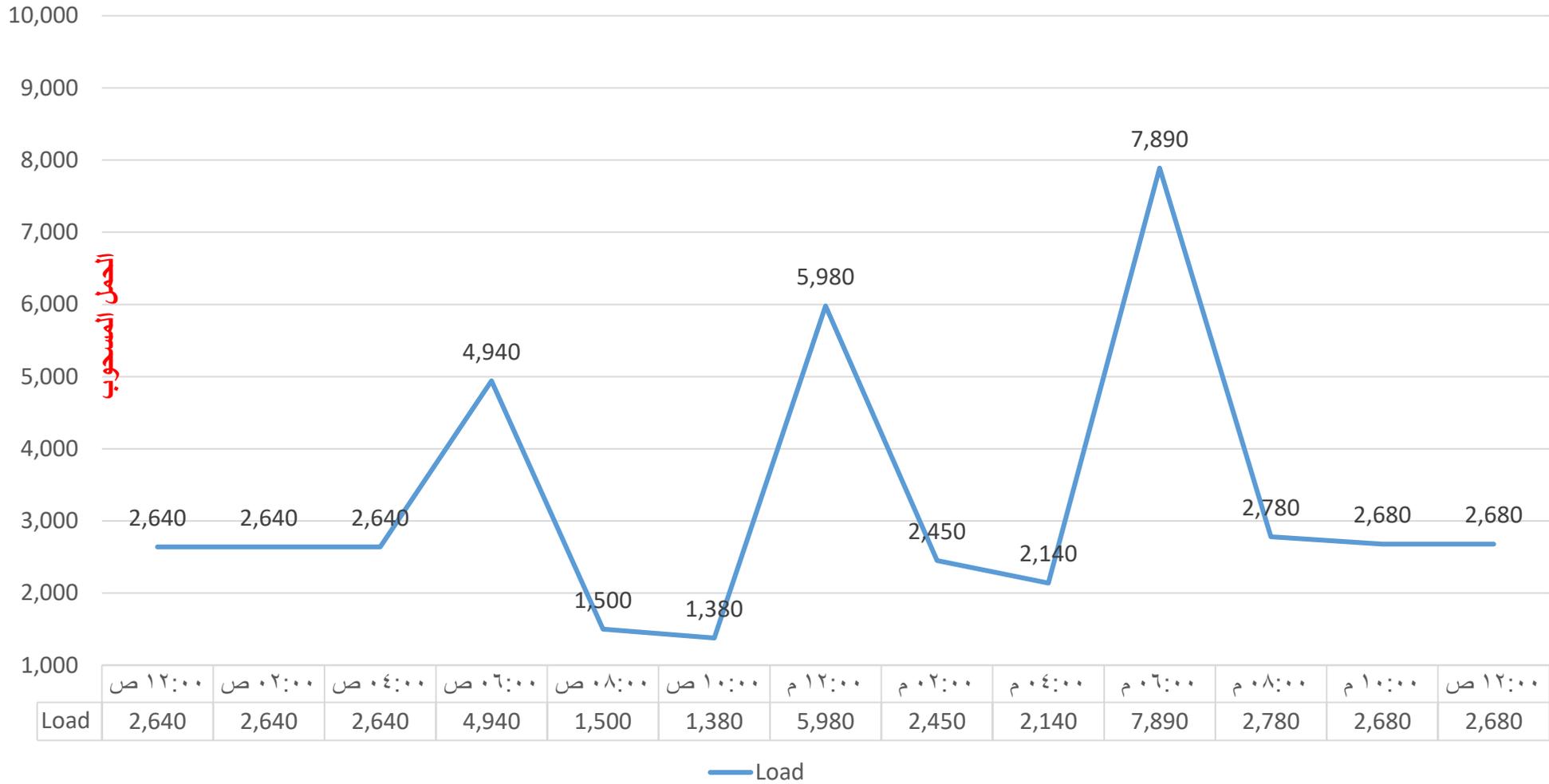
مثال (١)

تم تسجيل القراءات التالية لقيم الاستهلاك للأحمال خلال احد أيام شهر أغسطس وقد تم تسجيل اعلى قيمة طلب للحمل خلال هذا اليوم كما هو موضح بالجدول التالي

من	إلى	الحمل المسحوب (Watt)	انارة	سخان مياه	مكيف	مروحة شفاط	ثلاجة	غسالة ملابس	شاشة تليفزيون	ريسيفر	خلاط	كمبيوتر محمول	أحمال أخرى
١٢:٠٠ ص	٠٢:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٢:٠٠ ص	٠٤:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٤:٠٠ ص	٠٦:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٦:٠٠ ص	٠٨:٠٠ ص	٤,٩٤٠	١٦٠	١,٧٠٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦٠٠
٠٨:٠٠ ص	١٠:٠٠ ص	١,٥٠٠	١٢٠	٠	١,١٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٠:٠٠ ص	١٢:٠٠ م	١,٣٨٠	٠	٠	١,١٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٢:٠٠ م	٠٢:٠٠ م	٥,٩٨٠	٠	١,٧٠٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٢,٥٠٠	٠	١٠٠	٢٠٠	٠	٠
٠٢:٠٠ م	٠٤:٠٠ م	٢,٤٥٠	١٢٠	٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	١٥٠	١٠٠	٤٠٠
٠٤:٠٠ م	٠٦:٠٠ م	٢,١٤٠	٣٦٠	٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	٠	١٠٠	٠
٠٦:٠٠ م	٠٨:٠٠ م	٧,٨٩٠	٣٦٠	١,٧٠٠	٤,٤٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	١٥٠	٠	٧٠٠
٠٨:٠٠ م	١٠:٠٠ م	٢,٧٨٠	٢٠٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	٠	٠	٠	٠
١٠:٠٠ م	١٢:٠٠ ص	٢,٦٨٠	٢٠٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

جدول رقم (٢) بيانات الاستهلاك للأحمال الكهربائية لشقة سكنية

الشكل البياني لمثال (١)



بالجدول المرفق بيانات الاحمال الفعلية الموجود بشقة السكنية

الحمل	القدرة (Watt)	العدد	اجمالي الحمل (watt)
			٠
انارة	٤٠	١٢	٤٨٠
سخان مياه	٢,٠٠٠	١	٢,٠٠٠
مكيف	١٨٠٠	٣	٥٤٠٠
مروحة شفاط	١٠٠	٢	٢٠٠
ثلاجة	٢٠٠	١	٢٠٠
غسالة ملابس	٣,٠٠٠	١	٣,٠٠٠
شاشة تليفزيون	١٠٠	١	١٠٠
ريسيفر	١٠٠	١	١٠٠
خلاط	٢٠٠	١	٢٠٠
كمبيوتر محمول	١٠٠	٢	٢٠٠
أحمال أخرى	١٠٠٠	١	١٠٠٠
الحمل الكلي (وات)			١٢٨٨٠

طبقاً للبيانات المدرجة بالجدول رقم (٢) ورقم (٣) ، احسب أقصى طلب للحمل وكذلك معامل الطلب

الحل

أعلى قيمة طلب للحمل خلال الفترة من (٦ م إلى ٨ م) = ٧,٨٩ كيلوات

الحمل الكلي الموصل = ١٢,٨٨ كيلوات

$$\text{DEMAND FACTOR (D. F)} = \frac{\text{Max. DEMAND LOAD (M. D. L)}}{\text{CONNECTED LOAD (C. L)}}$$

$$\text{DEMAND FACTOR (D. F)} = \frac{7.89}{12.88}$$

$$\text{Demand Factor} = 0.62$$

جدول رقم (٣) الاحمال الكهربائية لشقة سكنية

معامل التزامن او التطابق (Coincidence Factor)

هو النسبة بين أكبر قيمة طلب للحمل الى مجموع قيم طلبات الحمل لجميع الوحدات داخل المنشأة أو الشبكة التي لها نفس مصدر التغذية ويكون أقل من اوساوى الواحد الصحيح ويعتمد على تنوع الاحمال واختلاف الاستهلاك ويتناسب عكسياً مع عدد الوحدات .

$$\text{Coincidence Factor (C. F)} = \frac{\text{Max. Demand load for the system (M. D. L)}}{\sum \text{SUM Of Total Demand loads for all units (T. D. L)}}$$

M.D.L = أكبر طلب للحمل بغض النظر عن وقت حدوثه

T.D.L = حاصل جمع اقصى طلب للحمل لكل حمل منفرد

ملحوظة مهمة :

أقصى طلب لجميع الوحدات داخل المنشأة او المشروع او شبكة التوزيع لا يحدث في نفس الوقت ، لذا فإن أقصى طلب كلى للحمل يكون أقل من مجموع قيم أقصى طلب لجميع الاحمال المفردة للوحدات .

معامل التشتت أو التنوع (Diversity Factor)

هو معكوس معامل التباين النسبة بين مجموع الأحمال القصوى غير المتزامنة الفردية للتقسيمات الفرعية المختلفة لنظام ما وبين الحد الأقصى للطلب الخاص بالنظام الكامل وتكون قيمته أكبر من اوتساوى الواحد الصحيح.

$$\text{Diversity Factor (Div. F)} = \frac{\sum \text{SUM Of Total Demand loads for all units (T. D. L)}}{\text{Max. Demand load for the system (M. D. L)}}$$

مثال (٢)

لوحة توزيع (بيلر) تغذى عدد (٦) وحدات سكنية اذا كان الحمل الفعلى لكل وحدة حوالى ٦ ك. وات ومعامل الطلب لكل وحدة يساوى (٠,٦٥) ومعامل التنوع يساوى (١,١)

احسب أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع ؟

الحل

0.65	$D.F = \frac{M.D.L}{C.L}$	معامل الطلب لكل وحدة (D.F)
6 KW	$C.L = \frac{M.D.L}{D.F}$	الحمل الفعلى لكل وحدة (C.L)
1.1	$Div.F = \frac{\sum (M.D.L)}{SYS.(M.D.L)}$	معامل التنوع لجميع الوحدات (DIV.F)
5.85KW	$M.D.L = C.L \times D.F$	أقصى طلب للحمل لكل وحدة (M.D.L)
31.91KW	$SYS.(M.D.L) = \frac{\sum (M.D.L)}{Div.F}$	أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع (البيلر)
	$SYS.(M.D.L) = \frac{6 \times 5.85}{1.1}$	

متوسط الحمل (Average Load)

هو عبارة عن قيمة الحمل المسحوب خلال فترة زمنية معينة (KWH) إلى تلك الفترة الزمنية .

$$\text{Average Load} = \frac{\text{Total Load During Period (KWH)}}{\text{Period (hours)}}$$

معامل الحمل (Load Factor)

هو عبارة عن قيمة متوسط طلب الحمل إلى أقصى طلب للحمل وهو دليل على مدى حدوث أقصى حمل ممكن ومدى كفاءة الانتفاع من الشبكة الكهربائية او المصدر ويستخدم خاصة في محطات التوليد .

$$\text{Load Factor (L. F)} = \frac{\text{Average Load}}{\text{Max. Demand load (M. D. L)}}$$

مثال (٣)

$$\text{Average Load} = \frac{39.66}{24}$$

$$\text{(L. F)} = \frac{1.66}{7.89}$$

$$\text{(L. F)} = 0.21$$

طبقاً للمثال رقم (١) أحسب متوسط الحمل و معامل الحمل .

الحل :

من الجدول رقم (٢) إجمالي الحمل المسحوب خلال (٢٤) ساعة يساوي ٣٩,٦٦ كيلوات ساعة

مثال (٤)

الجدول التالي يوضح بيانات الاستهلاك لعدد (٥) وحدات سكنية تغذى من نفس المصدر طبقاً للبيانات الموضحة احسب التالي

١- معامل الطلب لكل وحدة سكنية (D.F) ٢- أقصى طلب للحمل من المصدر الرئيسي ٣- معامل التباين (C.F)

أيام الأسبوع	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥	اجمالي طلب الاحمال (KW)
السبت	٥,٢٠	٧,٩٠	٥,٢٠	٤,٣٠	٥,٦٠	٢٢,٦٠
الاحد	٦,١٠	٥,٥٠	٤,٩٠	٥,٨٠	٥,٢٠	٢٢,٣٠
الاثنين	٩,٢٠	٥,٢٠	٥,١٠	٥,٠٠	٤,٦٠	٢٤,٥٠
الثلاثاء	٥,٧٠	٥,٣٠	٨,٥٠	٤,٩٠	٤,٥٠	٢٤,٤٠
الأربعاء	٦,٥٠	٥,٢٠	٥,٣٠	٦,٤٠	٤,٣٠	٢٣,٤٠
الخميس	٥,٤٠	٤,٢٠	٥,٢٠	٨,٢٠	٤,٦٠	٢٣,٠٠
الجمعه	٧,٢٠	٤,٩٠	٤,٤٠	٤,٦٠	٨,٩٠	٢١,١٠
الحمل الفعلى	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠	٥٩,٠٠

جدول رقم (٤) يوضح البيانات الخاصة بأقصى استهلاك مسجل خلال اسبوع لمجموعة من الوحدات السكنية بمجمع سكني

الحل

الجدول التالي يوضح

١- قيم معامل الطلب طبقاً للقراءات بالجدول رقم (٣)

الوصف	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥
الحمل الفعلى	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠
C.L (KW)					
اكبر طلب	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠
M.D.L (KW)					
معامل الطلب	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥٧	٠,٥٩	٠,٦١
D.F					

٣- معامل التباين (C.F)

$$(C.F) = \frac{24.5}{(9.2 + 7.9 + 8.5 + 8.5 + 8.2 + 8.9)}$$

$$(C.F) = 0.57$$

٢- اقصى طلب للحمل الكلى للمصدر (M.D.L)

الوصف	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥	اعلى طلب للمصدر (M.D.L (KW))
اكبر طلب	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠	٢٤,٥٠

العوامل المؤثرة على قيمة الاحمال ومعامل الطلب

- نوع وحجم المبنى (شقة سكنية - منزل - مبنى متعدد الطوابق - فيلا -)
- عمر المبنى جديد او قديم
- عدد الأدوار وتقسيم كل دور
- الموقع يختلف استهلاك الكهرباء ويتباين من مدينة الى أخرى (مدينة - ريف - ساحلي - صحراوي -.....)
- المناخ تختلف الظروف المناخية من مكان لآخر (رطب - جاف - حار - بارد - معتدل - ممطر)
- نوعية وحدات الإضاءة المستخدمة (عادية - فلورسنت - ليد)
- نظام التحكم وإدارة المبنى (KNX- BMS - BAS)
- نظام التكييف والتهوية بالمبنى
- نظام تسخين المياه (غاز - كهرباء - طاقة شمسية)
- الأجهزة الكهربائية الخاصة والمتنوعة
- العادات اليومية والاجتماعية للأشخاص (الاستيقاظ - النوم - العمل - أوقات اعداد الطعام -)

سؤال : ما الفرق بين معامل الطلب ومعامل التنوع؟

الجواب : معامل الطلب يطبق على الأحمال الفردية أما عامل التنوع فيطبق على مجموعة من الأحمال وقد يستخدم أكثر من مرة

ارجو لمن لديه اى ملاحظات اوسؤال التواصل علي البريد
الالكترونى : eng.aboukhadra@gmail.com

وشكراً لكم