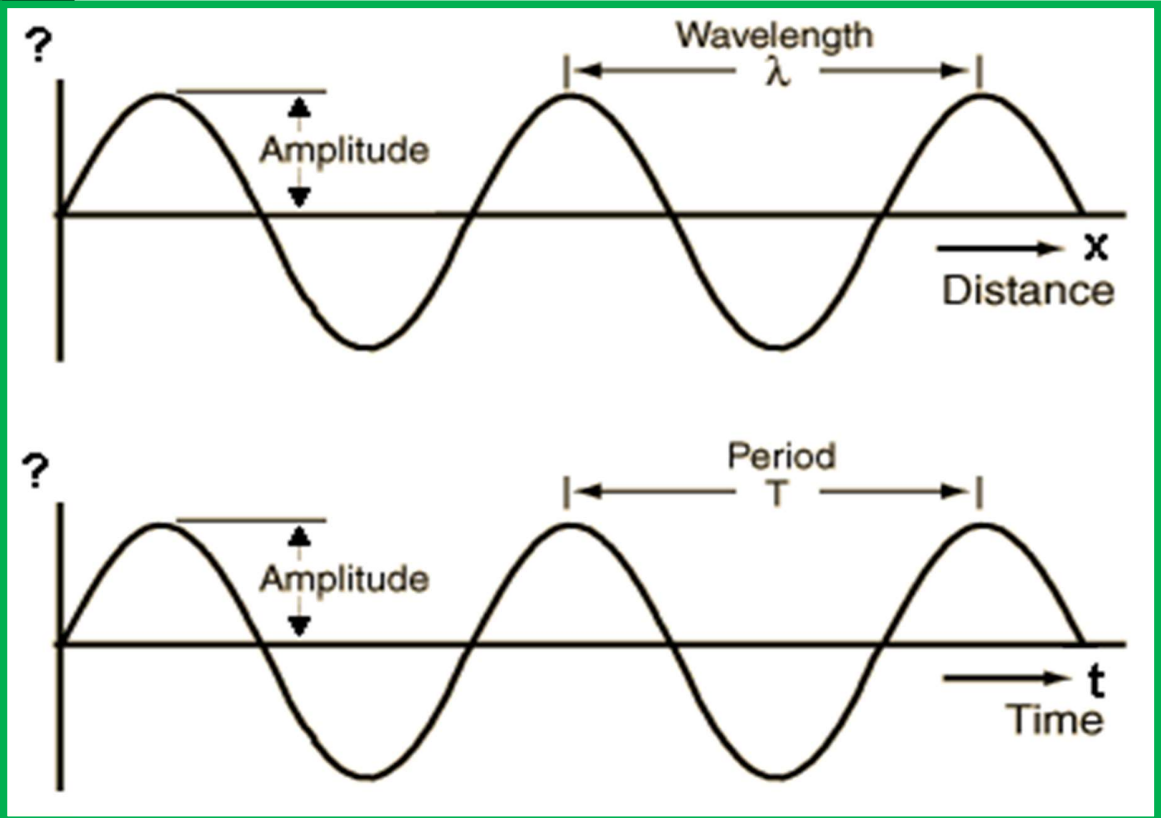


كتاب



حساب التوافقيات

Harmonics Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة

D e M



الفصل الأول

مفاهيم



DEM

3	الفصل الأول.....
3	مفاهيم عامة.....
3	الأحمال الكهربية.....
3	أولا الأحمال الخطية Linear Load.....
3	ثانيا الأحمال الغير خطية Nonlinear Load.....
4	التردد Frequency؟.....
4	زمن الدورة Period.....
5	طول الموجة Wave Length.....
5	مدى(قمة) الموجة Amplitude.....
5	كيف نقرأ الجهد المتردد:.....
7	لماذا نستخدم الجهد المتغير.....
7	تعريف التوافقيات.....
8	أنواع التوافقيات.....
8	توافقيات زوجية Even Harmonics.....
8	توافقيات فردية ODD Harmonics.....
9	توافقيات وسطية (الكسرية) Inter-harmonics.....
10	أولا التوافقيات فى الأنظمة المتزنة.....
11	ثانيا التوافقيات فى الأنظمة غير المتزنة.....
11	أسباب ظهور التوافقيات.....
12	مصادر الأحمال الغير خطية non Linear الرئيسية فى المصانع والمحطات.....
13	أفران القوس الكهربائي.....
13	أولا أفران القوس الكهربائي بالتيار المتردد.....
13	أفران القوس الكهربائي.....
14	المبدلات الكهربية Rectifiers.....
14	أنواعها.....
15	استخدام المبدلات.....
16	الألات الكهرومغناطيسية.....
16	المصابيح الفلورية Fluorescent Lamps ومصابيح التفريغ الغازى Discharge lamps.....
17	المشاكل الناتجة عن التوافقيات.....



الفصل الثاني

مغيرات السرعة



DEM

3	الفصل الثاني.....
3	مغير السرعات و علاقته بالتوافقيات.....
3	أنواع مغير السرعات.....
7	العلاقة بين درجات التوافقيات المنتجة من مغيرات السرعة طبقا للمقاييس العالمية.....
7	طبقا لل IEEE 519.....
7	طبقا لل IEC 61000.....
10	كيفية معرفة وجود توافقيات فى الشبكة.....
10	طرق التخلص من التوافقيات.....
11	أولا استخدام ملف AC Line Reactor.....
11	وظيفته.....
11	تركيبه.....
11	أنواعه.....
13	ثانيا باستخدام DC – Link.....
15	ثالثا المرشحات Filters.....
15	المرشحات غير الفعالة Passive Filters.....
17	من حيث الاستخدام.....
17	الأنواع الأشهر استخداما.....
19	المرشحات الفعالة Active Filters.....
20	المرشحات الفعالة المتوازية Shunt Active Power Filter.....
21	المرشحات الفعالة المتوالية Series Active Power Filters.....
24	المرشحات الفعالة الهجينية Hybrid Active Power Filter.....
26	مقارنة بين الفلاتر الغير فعالة Passive Filter و الفلاتر أو المرشحات الفعالة Active Filter.....
27	استخدام محولات لها K – Factor.....
27	تعريف K – Factor.....
27	العلاقة بين K –Factor ومعامل التغير المطبق على المحول.....
27	معامل التغير طبقا للمقاييس العالمية.....
29	زيادة عدد النبضات.....
29	أولا مغير السرعات 12 نبضة 12 pulse variable speed drive.....
29	أهم خصائصه.....
31	ثانيا مغير السرعات 18 نبضة 18 pulse variable speed drive.....
31	أهم خصائصه.....
32	مغير السرعات 24 نبضة 24 pulse variable speed drive.....



الفصل الثالث

حساب التوافقيات



DEM

4	..... الفصل الثالث
4	..... حساب التوافقيات فى الشبكة
4	..... أولا القيم العالمية للتوافقيات
5	..... الأسس التى وضعتها الهيئة العالمية لقياس التوافقيات
11	..... خطوات حساب التوافقيات التقديرى
12	..... طريقة الحساب للتيار الأساسى
12	..... أولا- حساب التيار الأساسى لمحول المستهلك Ifund2
13	..... طريقة حساب تيار مغير السرعات لكل نوع
13	..... حساب تيار الأحمال الخطية للمحركات الحثية
13	..... حساب تيار الأحمال الخطية المقاومة
15	..... ثانيا -حساب التيار الرئيسى للشبكة IFund1
15	..... ثالثا-حساب التيار الرئيسى للوحة الرئيسية IFund3
15	..... حساب تيار القصر والمعوقات
16	..... أولا- الشبكة
16	..... أولا- حساب تيار القصر
16	..... فى حالة محول
16	..... فى حالة مولد
17	..... ثانيا-حساب معاوقة الشبكة(المصدر) بالأوم
17	..... ثانيا -محول المستهلك
17	..... أولا-حساب تيار القصر
18	..... ثانيا-حساب معاوقة المحول بالأوم
18	..... ثالثا- لوحة التوزيع الرئيسية
18	..... أولا- حساب تيار القصر
18	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك و لوحة الرئيسية عن طريق كابل
18	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك و لوحة الرئيسية عن معزولة Bus way
22	..... رابعا عند مغير السرعات نفسه
22	..... حساب قسمة تيار القصر / التيار الرئيسى ISC/ Ifund
22	..... حساب التشوه الكلى فى التيار “ THDi Total current harmonic distortion
22	..... أولا حساب التشوه الكلى للتيار عند المحول واللوحة الرئيسية
23	..... طريقة حساب Ihtota2
35	..... ثانيا حساب التشوه الكلى فى التيار THDI 1 عند الشبكة
35	..... خطوات حساب تيار التوافقيات الكلى الناتج عن مغير السرعات عند الشبكة Ihar1 والمستهلك Ihar2
37	..... حساب قيمة التيار الكلى
38	..... حساب قيمة التشوه فى الجهد “ THDv Total Voltage harmonic distortion
38	..... أولا حساب المعاوقة الكافية الكلية
38	..... أولا- المعاوقة المكافئة الكلية عند الشبكة
38	..... ثانيا-المعاوقة المكافئة الكلية عند محول المستهلك

39	..... ثالثا- المعاوقة المكافئة الكلية عند لوحة التوزيع
39	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك ولوحة الرئيسية عن طريق كابل
39	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك ولوحة الرئيسية عن طريق Busway
39	..... ثانيا إيجاد قيمة جذر متوسط المربعات لتوافقيات للجهد
40	..... طريق إيجاد Vhar1 و Vhar2 و Vhar3
42	..... ثالثا إيجاد قيمة تشوه التوافقيات الكلى للجهد
42	..... قيمة تشويه التوافقيات للجهد عند الشبكة
42	..... قيمة تشويه التوافقيات للجهد محول المستهلك
42	..... قيمة تشويه التوافقيات للجهد عند اللوحة الرئيسية
42	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك ولوحة الرئيسية عن طريق كابل
43	..... فى حال التوصيل بين محول المستهلك ولوحة الرئيسية عن طريق Busway
43	..... حساب قيمة التوافقيات المنفردة individual harmonics للمقارنة مع IEEE 519
57	..... حساب التشوه الكلى للجهد
58	..... أولا بحث التوافق مع IEEE 519 فى حالة التشوه الكلى للجهد
58	..... الخطوات
60	..... ثانيا بحث التوافق مع IEEE 519 للتشوه الكلى للتيار Total Current harmonic distortion (THD I)
60	..... الخطوات
61	..... ثالثا بحث التوافق مع IEEE 519 مع التشوه للتيار المنفرد Individual Current harmonic distortion
61	..... الخطوات
83	..... تعليقات وملاحظات هامة على الأمثلة
84	..... الحساب بطريقة IEC 61000-3-12
86	..... معادلات القيم الحقيقية طبقا لطريقة IEC 61000-3-12
99	..... حساب الحمل الحرارى على محول المستهلك
100	..... الطريقة الأولى لحساب K-Factor
101	..... الطريقة الثانية لحساب K-Factor
111	..... حساب التشوه فى معامل القدرة



الفصل الرابع

حساب كابلات الجهد المنخفض والتوافقيات



DEM

6	الفصل الرابع
6	حساب كابلات الجهد المنخفض
6	المواصفات القياسية لحساب الكابلات طبقا ل DeM
6	معامل التصحيح الكلي
6	حساب كابلات الجهد المنخفض
6	تكوين الكابل
8	تصنيف كابلات القوى الكهربائية للجهد المنخفض من حيث عدد (الأطراف) Cores
8	أو لا-كابل جهد المنخفض أحادي القلب Single Core
8	ثانيا-كابل جهد المنخفض متعدد القلوب (الأطراف) Multicore
9	تصنيف كابلات القوى من حيث مساحة المقطع
10	جهد التصنيع لكابلات الجهد المنخفض
11	كيفية كتابة الكابلات الكهربائية وتصنيفها بالاختصار
12	الخطوات الأساسية لحساب الكابلات
13	أولا -حساب التيار 3
13	أولا -حساب التيار 3 فاز
13	أولا- اللوحات والمولدات والمحولات
13	ثانيا-المحركات مباشر على الخط أو بادئ حركة تدريجي ناعم أو محول ذاتي أو ستار دلتا
13	ثالثا- المحركات ببداي حركة مغير سرعات
13	أولا-حالة قدرة المحرك أقل من أو يساوي 5.5 كيلوات
14	ثانيا-حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلوات
18	رابعا-المكيفات
18	أقل من 50 طن
18	أكبر من 50 طن
18	خامسا- المكثفات
19	سادسا- حساب تيار نظام استمرارية القدرة UPS
19	تعريف نظام استمرارية القدرة
19	فترة عمله
19	نظرية عمله
20	أنواع الجهود على دخل UPS وخرج ال UPS
21	حساب التيار في حالة 3 فاز
21	حساب شدة التيار على الدخول
21	حساب شدة التيار على الخروج
21	العلاقة بين تيار الدخل والخرج
22	سابعاً - حساب التيار لماكينات اللحام
23	حساب شدة التيار لماكينات اللحام في حالة 3 فاز
24	ثامنا- حساب تيار الانارة
27	ثانيا -حساب التيار 1 فاز

27	أولا- اللوحات والمولدات والمحولات
27	ثانيا- المحركات مباشر على الخط
27	ثالثا- المحركات ببيادئ حركة مغير سرعات
27	حالة قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات
28	حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات
28	رابعا- المكيفات فى حالة جهد 1 فاز
28	خامسا- المكثفات
29	سادسا -جهاز استمرارية القدرة UPS
29	حساب شدة التيار على الدخول
29	حساب شدة التيار على الخروج
29	العلاقة بين تيار الدخل والخروج
29	سابعا-حساب شدة التيار لماكينات اللحام فى حالة 1 فاز
30	ثامنا-حساب التيار للانارة فى حالة 1 فاز
31	ثانيا- معرفة عدد الكابلات (N)
32	أولا -عدد الكابلات للمحولات والمولدات
33	ثانيا-الكابلات الخاصة بالممغذيات
34	ثالثا-الكابلات الخاصة ببيادئ الحركة
35	رابعا - عدد الكابلات للوحات المكثفات
37	خامسا - عدد الكابلات لحالة 1 فاز
38	ثالثا- متوسط معامل التصحيح الكلى (TCF) Average Total correction Factor
39	أولا- متوسط معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء
43	ثانيا - معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء داخل مجرى خرسانى Concrete Trench
47	ثالثا- معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفوفة فى الأرض Buried cables
47	جداول معامل التصحيح للكابلات المدفونة فى الأرض
54	تحديد عرض الترنش
55	رابعا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير DUCT
57	خامسا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير فى الخرسانة Duct Bank
64	استخراج متوسط معامل التصحيح للكابلات
64	مفهوم الفرق بين عدد الكابلات وعدد الدارات
65	العلاقة بين معامل التصحيح التجميى وعدد الدارات الممدودة أثناء التشغيل
65	كابلات فى الخدمة Duty
65	كابلات احتياطيه Standby
65	كابلات مجاورة Adjacent
66	حالات الكابلات المجاورة
68	استخدام عدد الكابلات الكلى
71	ثالثا - حساب التيار الاعتبارى
71	جميع الحالات ماعدا ستار دلتا

71	..... فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا
71	..... حالة وجود توافقيات
74	..... حساب التيار الاعتيارى بدلالة متوسط معامل التصحيح ومعامل التوافقيات
74	..... شرح جدول التوافقيات
75	..... فى حالة التوافقيات من الدرجة الثالثة بين 0 – 15%
75	..... فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة بين 15 – 33%
75	..... فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة بين 33 – 45%
75	..... فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة أكبر من 45%
77	..... خامسا - حساب التيار التصميمى للكابل
77	..... جميع الحالات وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب فيما عدا ستار دلتا
77	..... حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل متعدد القلوب
77	..... فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل أحادي القلب
78	..... أو لا كابل متعدد القلوب
78	..... ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable
79	..... سادسا- حساب مساحة مقطع الكابل
85	..... سابعا- حساب التحميل الفعلي على الفازات
85	..... جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا محركات ستار دلتا
85	..... حالة محركات ستار دلتا وكابل متعدد القلب
85	..... حالة محركات ستار دلتا وكابل أحادي القلب
85	..... ثامنا - حساب الهبوط فى الجهد
85	..... جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا ستار دلتا
86	..... حساب الهبوط فى الجهد بالفولت فى حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلوب
86	..... حساب الهبوط فى الجهد بالفولت فى حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب
86	..... الملئ فولت لكل أمبير لكل متر
90	..... الهبوط فى الجهد عند بداية المحركات (تيار الإقلاع) Starting Current
90	..... أو لا القيمى القصى للهبوط فى الجهد عند بدء المحرك
90	..... ثانيا معادلة نسبة تيار البدء Is إلى تيار المقتن In
95	..... حساب الهبوط فى الجهد المؤوي
95	..... فى حالة جهد ثلاثي الطور (3 فاز)
95	..... فى حالة جهد أحادي الطور (1 فاز)
95	..... أقصى هبوط فى الجهد
96	..... الهبوط فى الجهد التراكمى
96	..... تحديد أقصى مسافة لهبوط الجهد
97	..... معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5%
97	..... الطريقة الأولى (معادلة عامة)
97	..... الطريقة الثانية
97	..... فى حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلب

- 97 في حالة سنار دلتا وكابل أحادي القلب
- 98 الخطوات العملية لحسابات الكابلات



الفصل الخامس

تأثير التوافقيات على حساب المكثفات



DEM

5	الفصل الخامس.....
6	تعريف القدرة الظاهرية أو القدرة الكلية (S) Apparent power
7	تعريف القدرة الفعالة (P) Active power
7	تعريف القدرة الغير فعالة (Q) Reactive power
8	وحدة معامل القدرة
8	تقسيم الأحمال
8	الحمل المقاوم Resistance load
8	الحمل الحثى Inductive load
9	الحمل السعوى Capacitive load
9	كيفية تحسين معامل القدرة؟
12	حساب قيمة المكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة
13	قبل التحسين (وضع المكثفات)
13	بعد التحسين ووضع المكثفات
13	قيمة المكثفات
17	حساب معامل القدرة بعد التحسين
17	أولا حساب معامل القدرة بعد التحسين في حالة الحمل منفردا
17	استنتاج قيمة معامل القدرة الفعلى بعد التحسين
19	ثانيا حساب معامل القدرة بعد التحسين في حالة أحمال متعددة
20	حساب قدرة المحول بالكيلو فولت أمبير طبقا لمعامل القدرة
20	معادلة حساب قدرة المحول بمعلومية معامل القدرة
21	طرق حساب قيمة المكثفات اللازمة لمحول الجهد المنخفض
21	أولا الطريقة العملية الحسابية الدقيقة
28	ثانيا الطريقة التقريبية الأولى
34	تأثير معامل القدرة المتقدم Lead power Factor
37	مشكلة زيادة حجم المكثف عن القدرة الصحيحة
38	في حالة المكثف (A)

38	..... فى حالة المكثف (B)
39	..... حل مشكلة زيادة سعة المكثف
40	..... حساب الكيلوفار للمحرك طبقا للكوود المصرى
42	..... طرق توصيل المكثفات
43	..... أولًا -توصيل أتوماتيكي مركزي Centerlaized Capacitor bank Automatic connection
43	..... ثانيا-توصيل مقسم Sectional capacitor bank
44	..... ثالثا-توصيل قطاعي
45	..... رابعا- توصيل منفصل
45	..... أماكن التوصيل الاستاتيكي (المنفرد) للمكثفات
50	..... خامسا- التوصيل التجميعي
52	..... سادسا-التوصيل المتحد أو الهجينى Combined or hybrid Connection
53	..... طريقة توصيل المكثفات داخل اللوحة على الأحمال
53	..... فى حالة توصيل المكثف ستار Y
55	..... منظم الخطوات Automatic power factor regulator
56	..... نظام البرمجة الداخلية لمنظم الخطوات
56	..... النظام الخطى Linear mode
56	..... النظام الدائرى Circular Mode
64	..... تأثير التوافقيات على معامل القدرة
67	..... حساب المكثف مع وجود توافقيات (الطريقة الأولى)
67	..... الخطوات
71	..... العوامل المؤثرة على أختيار ال Detuning Reactor
71	..... أولًا- درجة التوليف Tuning order (N)
72	..... ثانيا -معامل الضبط أو التوليف Detuning factor
72	..... تعريفه
72	..... وظيفته
72	..... الرمز
72	..... القيم القياسية

73	.....Fr	ثالثا-تردد الرنين فى حالة التوالى
73	.....Design voltage (UC)	رابعاً-جهد التصميم
73	.....	العلاقة بين جهد التشغيل وجهد التصميم طبقا لدرجة التوليف
74	.....	حساب المكثف الخاص بالتوافقيات
79	.....	الطريقة الثانية باستخدام المرشحات
79	.....Filters	تعريف المرشحات
79	.....	أنواع المرشحات
79	.....	مميزات المرشحات
81	.....	قدرة المرشحات على تخفيف التوافقيات