ملخص معادلات مشروع المحولات

1 — المعادلات الكهربائية الأساسية

التيار المقنن للمحول

```
I_rated = (KVA × 1000) / (√3 × V_LL)
```

يحسب أقصى تيار يتحمله المحول بناءً على سعته (KVA) وجهده الخطي (V_LL). √3 = 1.732 لأن النظام ثلاثي الأوجه.

القدرة الظاهرية (KVA)

```
KVA = (√3 × V_LL × I) / 1000
```

تحويل التيار المقاس إلى قدرة ظاهرية. تُحسب لكل وجه (R, Y, B) وللمحول كله.

القدرة الحقيقية (KW)

```
KW = KVA × Power Factor (PF)
```

القدرة الفعلية المستهلكة. معامل القدرة (PF) يقيس كفاءة الحمل — قيمة بين 0.01 و 0.99.

نسبة التحميل (Load %)

```
Load % = (I_max / I_rated) × 100
```

كم يحتمل المحول من طاقته القصوى. مثال: 80% تعني المحول يعمل على 80% من طاقته.

النسبة	الحالة	القرار في Excel
أقل من 60%	جيد	OK - No Upgrade
60% إلى 79%	تحذير	OK - No Upgrade
80% فأكثر	خطر	Upgrade

نسبة الاختلال بين الأوجه (Imbalance %)

```
I_avg = (I_R + I_Y + I_B) / 3
```

```
Imbalance % = ((I_max - I_avg) / I_avg) × 100
```

يقيس مدى توازن التحميل على الأوجه الثلاثة. كلما ارتفعت النسبة كان التوزيع أسوأ.

النسبة	الحالة	القرار في Excel
أقل من 10%	متوازن	OK - Balanced
10% إلى 20%	تحذير	Need to Balance
أكثر من 20%	اختلال حاد	Need to Balance

2 — حسابات التيار الإجمالي

```
Total_R = I_R(feeder1) + I_R(feeder2) + ... + I_R(feeder8)
```

```
Total_Y = I_Y(feeder1) + I_Y(feeder2) + ... + I_Y(feeder8)
```

```
Total_B = I_B(feeder1) + I_B(feeder2) + ... + I_B(feeder8)
```

```
Total_N = I_N(feeder1) + I_N(feeder2) + ... + I_N(feeder8)
```

```
I_max = MAX(Total_R, Total_Y, Total_B)
```

```
I_min = MIN(Total_R, Total_Y, Total_B)
```

```
I_avg = (Total_R + Total_Y + Total_B) / 3
```

تجمع أحمال كل الفيدرات معاً لتعطي الصورة الكاملة للمحول.

3 — حدود معامل القدرة (Power Factor)

```
PF = CLAMP(PF_input, min=0.01, max=0.99)
```

يمنع إدخال قيم خارج النطاق المنطقي. القيمة تُقيّد تلقائياً عند الحفظ وعند الإدخال المباشر.

```
PF_للحساب = CLAMP(PF, min=0.1, max=1.0)
```

حد أوسع قليلاً يُستخدم أثناء حسابات التحليل الداخلي.

4 — معادلات تصدير Excel

الخلية	المعادلة	الوصف
AS (إجمالي R)	SUM(M,Q,U,Y,AC,AG,AK,AO)	مجموع الوجه R من 8 فيدرات
AT (إجمالي Y)	SUM(N,R,V,Z,AD,AH,AL,AP)	مجموع الوجه Y من 8 فيدرات
AU (إجمالي B)	SUM(O,S,W,AA,AE,AI,AM,AQ)	مجموع الوجه B من 8 فيدرات
AV (إجمالي N)	SUM(P,T,X,AB,AF,AJ,AN,AR)	مجموع المحايد من 8 فيدرات
AW (أعلى تيار)	MAX(AS:AU)	أعلى تيار بين الأوجه الثلاثة
AX (أدنى تيار)	MIN(AS:AU)	أدنى تيار بين الأوجه الثلاثة
AY (Load %)	IF(KVA>0, (I_max×√3×V)/(KVA×1000)×100, 0)	نسبة التحميل
AZ (قرار الترقية)	IF(Load% > 70, "Upgrade", "OK - No Upgrade")	توصية ترقية المحول
BA (قرار التوازن)	IF(Imbalance% > 10, "Need to Balance", "OK - Balanced")	توصية موازنة الأوجه

5 — حسابات الوقت (عرض النشاط)

```
diff_seconds = (Date.now() - timestamp) / 1000
```

```
diff_minutes = floor(diff_seconds / 60)
```

```
diff_hours = floor(diff_seconds / 3600)
```

```
diff_days = floor(diff_seconds / 86400)
```

تحويل الفارق الزمني إلى نص مقروء مثل "منذ 3 ساعات".

6 — حسابات الترقيم (Pagination)

```
Total_Pages = CEIL(عدد_السجلات / سجلات_في_الصفحة)
```

```
Start_Index = (1 - الصفحة_الحالية) × سجلات_في_الصفحة
```

```
End_Index = MIN(Start_Index + سجلات_في_الصفحة , إجمالي_السجلات)
```

تقسيم الجداول الكبيرة إلى صفحات للعرض.

7 — إحصائيات عامة للمحولات

```
إجمالي_السعة = SUM(سعة كل المحولات)
```

```
إجمالي_المخارج = SUM(مخارج LV لكل المحولات)
```

```
عدد_الأرضي = COUNT("المحولات التي نوعها = "أرضي)
```

```
عدد_العمودي = COUNT("المحولات التي نوعها = "عمودي)
```

تظهر في بطاقات الإحصائيات أعلى الصفحة الرئيسية.

ملخص سريع — أهم المعادلات

المعادلة	الهدف
I_rated = (KVA × 1000) / (√3 × V)	الحد الأقصى للتيار المسموح
KVA = (√3 × V × I) / 1000	القدرة الظاهرية
KW = KVA × PF	القدرة الحقيقية المستهلكة
Load% = (I_max / I_rated) × 100	نسبة تحميل المحول
I_avg = (I_R + I_Y + I_B) / 3	متوسط تيارات الأوجه
Imbalance% = ((I_max - I_avg) / I_avg) × 100	نسبة الاختلال بين الأوجه

مشروع نظام إدارة المحولات — جميع المعادلات مستخرجة من index.html