

آزمایشگاه تبدیل انرژی الکتریکی 1

2-2 آماده سازی جهت آزمایش

✳ در یک ترانسفورماتور با تعداد دور اولیه N_1 و ثانویه N_2 ، نسبت ولتاژ خط ثانویه به اولیه را در حالتی که اولیه ستاره و ثانویه نیز ستاره سر بندی شده است؛ بدست آورید. همین کار را برای حالتی که ثانویه مثلث سر بندی شده است نیز تکرار کنید.

$$a = N_2 / N_1 \quad \text{ستاره به ستاره:}$$

$$a = N_2 / N_1 * \sqrt{3} \quad \text{ستاره به مثلث:}$$

✳ مرحله قبل را با فرض اولیه مثلث تکرار کنید.

$$a = N_2 / N_1 \quad \text{مثلث به مثلث:}$$

$$a = N_2 * \sqrt{3} / N_1 \quad \text{مثلث به ستاره:}$$

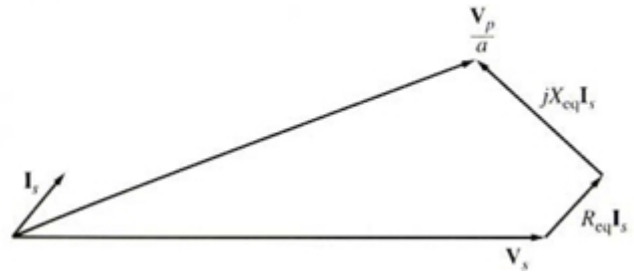
✳ چرا قبل از بستن کامل مثلث باید ولتاژ مثلث باز اندازه گیری شود.

تا بتوان هارمونیک سوم ولتاژ که در درون حلقه ی مثلثی می باشد را مشاهده کرد . همچنین اگر سر ترانسفورمر را درست بسته باشیم باید ولتاژ اندازه گیری شده در حد صفر باشد . پس برای اطمینان از صحت اتصالات خود ولتاژ مثلث باز را بررسی کنیم .

✳ با صرف نظر از امپدانس شاخه عرضی، نمودار فازوری یک ترانسفورماتور سه فاز را در بار متغیظ پیش فاز رسم نمایید و در مورد رگولاسیون ولتاژ آن بحث کنید.

برای هر فاز :

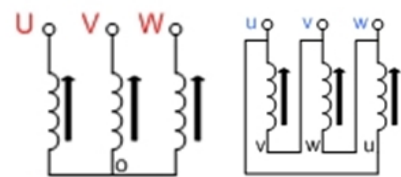
■ Leading power factor



ولتاژ رگولاسیون بستگی به مقدار بار دارد که میتواند کوچکتر یا بزرگتر یا حتی برابر صفر گردد.

3-2 شبیه‌سازی

در این قسمت با استفاده از نرم‌افزار MATLAB/ Simulink اتصالات مختلف یک ترانسفورماتور سه‌فاز و عملکرد تحت بار آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. شکل 1 نحوه سربندی ترانسفورماتور سه فاز به صورت ستاره و مثلث را نشان می‌دهد.



اتصال مثلث

اتصال ستاره

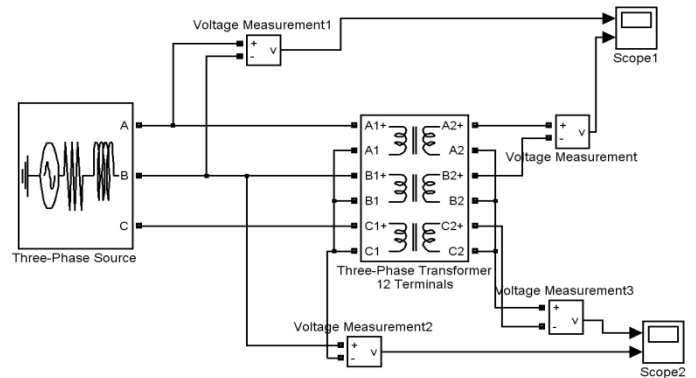
شکل 1: نحوه اتصال ستاره و مثلث

3-2-1 بررسی اتصالات مختلف ترانسفورماتور

یک صفحه Simulink باز کنید و مدار شکل 2 را رسم نمایید. پارامترهای ترانسفورماتور و منبع تغذیه را به صورت شکل 3 تنظیم نمایید و نوع Solver را ode23t انتخاب کنید. در صورتی که از نسخه 2012 نرم‌افزار، استفاده می‌کنید؛ لازم است؛ نوع حل مساله را در بلوک

PowerGUI از قسمت Configure Parameter آن Discrete با Sample time برابر $5e-6$ تعیین کنید. در قسمت

Solver نیز نوع حل مساله باید Discrete انتخاب گردد.



شکل 2: مدار شبیه سازی برای بررسی اتصالات مختلف ترانسفورماتور

شبیه سازی را در شرایط زیر انجام دهید:

❁ اولیه و ثانویه ترانسفورماتور را به صورت ستاره سربندی کنید (مانند شکل 2) و ولتاژ خط و فاز اولیه و ثانویه را مشاهده نمایید.

STATES:

II_Lm: TP Trans 12 Term/T1= 1.66 Arms -90.06 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T2= 2.35 Arms -165.06 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T2= 1.66 Arms 149.94 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T3= 2.35 Arms 74.94 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T3= 1.66 Arms 29.94 °

MEASUREMENTS:

U_V line p = 17299.91 Vrms 29.95°

U_V line s = 43238.52 Vrms 29.94°

U_V phase s = 24963.77 Vrms -60.06°

U_V phase p = 9988.11 Vrms -120.05°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 120.00°

✿ اتصال ثانویه را در حالت مثلث قرار دهید. مثلث را باز کنید و ولتاژ مثلث باز را مشاهده نمایید.

STATES:

II_Lm: TP Trans 12 Term/T1= 1.66 Arms -90.06 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T2= 2.35 Arms -165.06 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T2= 1.66 Arms 149.94 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T3= 2.35 Arms 74.94 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T3= 1.66 Arms 29.94 °

MEASUREMENTS:

U_V line p = 17299.91 Vrms 29.95°

U_V line & phase s = 0.00 Vrms -173.15°

U_V phase p = 9988.11 Vrms -120.05°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 120.00°

✿ مقادیر ولتاژهای فاز و خط (اولیه و ثانویه) را در این اتصال (ستاره به مثلث) مشاهده نمایید.

STATES:

II_Lm: TP Trans 12 Term/T1= 1.66 Arms -90.06 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T2= 2.35 Arms -165.06 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T2= 1.66 Arms 149.94 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T3= 2.35 Arms 74.94 °

II_winding_2: TP Trans 12 Term/T3= 0.00 Arms 0.00 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T3= 1.66 Arms 29.94 °

MEASUREMENTS:

U_V line p = 17299.91 Vrms 29.95°

U_V line & phase s = 24963.77 Vrms -0.06°

U_V phase p = 9988.11 Vrms -120.05°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 10000.00 Vrms 120.00°

❁ اولیه را به صورت مثلث ببندید و با ثانویه ستاره و مثلث شبیه سازی را تکرار کنید.

مثلث به ستاره:

STATES:

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T1= 4.07 Arms -15.17 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T1= 2.88 Arms -60.17 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T2= 4.07 Arms -135.17 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T2= 2.88 Arms 179.83 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T3= 4.07 Arms 104.83 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T3= 2.88 Arms 59.83 °

MEASUREMENTS:

U_V line & phase p = 17258.81 Vrms 29.85°

U_V line s = 74713.40 Vrms 59.83°

U_V phase s = 43135.80 Vrms -30.17°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms 120.00°

STATES:

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T1= 4.07 Arms -15.17 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T1= 2.88 Arms -60.17 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T2= 4.07 Arms -135.17 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T2= 2.88 Arms 179.83 °

II_winding_1: TP Trans 12 Term/T3= 4.07 Arms 104.83 °

II_winding_2: TP Trans 12 Term/T3= 0.00 Arms 154.60 °

II_Lm: TP Trans 12 Term/T3= 2.88 Arms 59.83 °

MEASUREMENTS:

U_V line & phase p = 17258.81 Vrms 29.85°

U_V line & phase s = 43135.80 Vrms 29.83°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms 0.00°

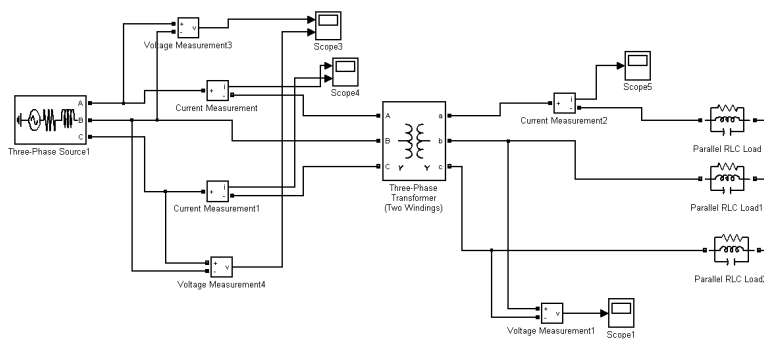
U_B: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source = 10000.00 Vrms 120.00°

2-3-2 شبیه‌سازی حالت باری

رسم کنید. پارامترهای منبع تغذیه، ترانسفورماتور و بار را به صورت شکل 5، تنظیم نموده و نوع Simulink مدار شکل 4 را در محیط

انتخاب نمایید. ode23t Solver را



شکل 4: مدار شبیه‌سازی در حالت با باری

شکل 5: پارامترهای منبع تغذیه، ترانسفورماتور و بار

را در پارامترهای بار صفر انتخاب کنید)، بار اهمی-القایی (در این شرایط مقدار **QC** و **QL** شبیه‌سازی را با بار اهمی (در این شرایط مقدار **QC** را در پارامترهای بار صفر انتخاب کنید) انجام دهید. با توجه به **QL** را در پارامترهای بار صفر انتخاب کنید) و بار اهمی-فازنی (در این شرایط مقدار **QC** اینکه برای اندازه‌گیری توان اکتیو و راکتیو در سیستم سه فاز می‌توان از دو واتمتر تکفاز نیز استفاده کرد (روش دو واتمتری)، دو واتمتر تکفاز به اولیه ترانسفورماتور شکل 4، اضافه کنید و شبیه‌سازی را با بار اهمی، اهمی-القایی و اهمی-فازنی، تکرار کنید.

بار اهمی :

STATES:

II_transfo_1_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.39 Arms -90.96 °

II_transfo_2_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 39.61 Arms -122.43 °

II_transfo_2_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 91.50 Arms 58.13 °

II_transfo_2_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.39 Arms 149.04 °

II_transfo_3_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 39.61 Arms 117.57 °

II_transfo_3_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 91.50 Arms -61.87 °

II_transfo_3_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.39 Arms 29.04 °

MEASUREMENTS:

U_Voltage Measurement= 734920.72 Vrms 29.97°

U_Voltage Measurement1= 734920.72 Vrms 89.97°

U_Voltage Measurement2= 314501.18 Vrms -91.87°

I_Current Measurement= 91.50 Arms -1.87°

I_Current Measurement1= 39.61 Arms -2.43°

I_Current Measurement2= 39.61 Arms 117.57°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 120.00°

بار اہمی - سلفی :

STATES:

II_RLC Load1= 171.83 Arms 148.34 °

II_RLC Load2= 171.83 Arms 28.34 °

II_RLC Load= 171.83 Arms -91.66 °

II_transfo_1_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.38 Arms -90.82 °

II_transfo_2_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 82.84 Arms 175.02 °

II_transfo_2_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 192.11 Arms -5.10 °

II_transfo_2_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.38 Arms 149.18 °

II_transfo_3_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 82.84 Arms 55.02 °

II_transfo_3_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 192.11 Arms -125.10 °

II_transfo_3_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.38 Arms 29.18 °

MEASUREMENTS:

U_Voltage Measurement= 734133.18 Vrms 29.98°

U_Voltage Measurement1= 734133.18 Vrms 89.98°

U_Voltage Measurement2= 295313.41 Vrms -91.66°

I_Current Measurement= 192.11 Arms -65.10°

I_Current Measurement1= 82.84 Arms -64.98°

I_Current Measurement2= 82.84 Arms 55.02°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 120.00°

STATES:

Uc_RLC Load1= 194191.88 Vrms -122.11 °

Uc_RLC Load2= 194191.88 Vrms 117.89 °

Uc_RLC Load= 194191.88 Vrms -2.11 °

II_transfo_1_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.41 Arms -91.12 °

II_transfo_2_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 93.60 Arms -59.01 °

II_transfo_2_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 218.81 Arms 121.32 °

II_transfo_2_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.41 Arms 148.88 °

II_transfo_3_winding_1: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 93.60 Arms -179.01 °

II_transfo_3_winding_2: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 218.81 Arms 1.32 °

II_transfo_3_Lm: Three-Phase Transformer (Two Windings)= 0.41 Arms 28.88 °

MEASUREMENTS:

U_Voltage Measurement= 735816.27 Vrms 29.95°

U_Voltage Measurement1= 735816.27 Vrms 89.95°

U_Voltage Measurement2= 336350.20 Vrms -92.11°

I_Current Measurement= 218.81 Arms 61.32°

I_Current Measurement1= 93.60 Arms 60.99°

I_Current Measurement2= 93.60 Arms -179.01°

SOURCES:

U_A: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 0.00°

U_B: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms -120.00°

U_C: Three-Phase Source= 424352.45 Vrms 120.00°