

WEEKS I

INTRODUCTION

Brief Overview of Transformers

Flux coupling laws

Transformer ratings

Understand the terminology

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Uraian Singkat Transformers

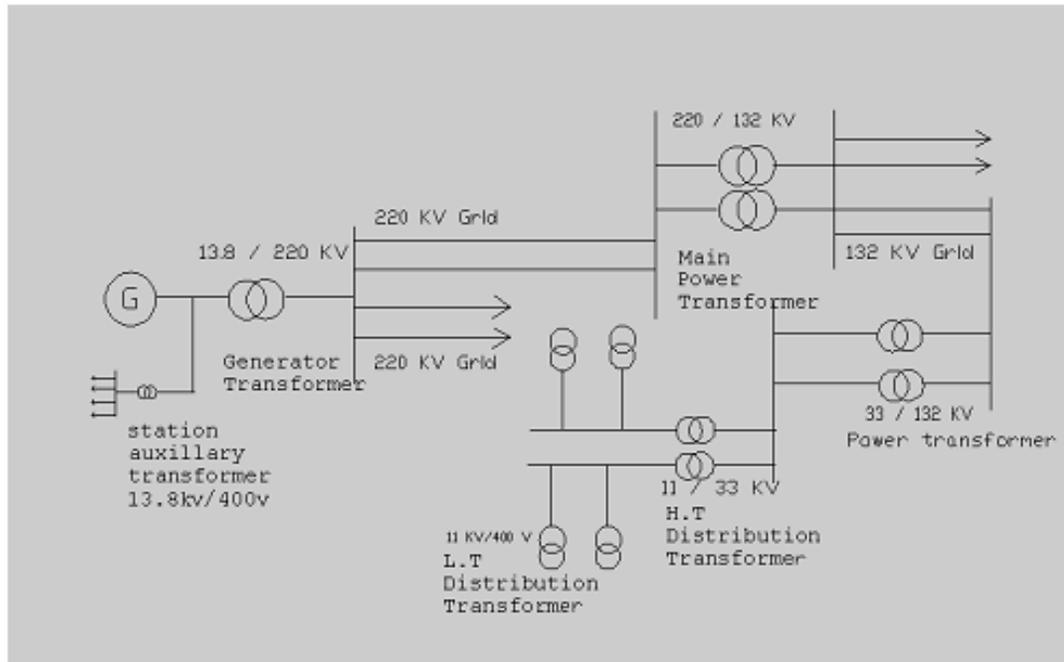
Pembangkit listrik transmisi dan distribusi di seluruh dunia adalah melalui sistem dan tegangan AC yang berbeda pada tiap tingkatan jaringan. Transformator adalah alat yang mentransfer energi dari satu sistem AC lain. Sebuah transformator dapat menerima energi tegangan dan mengirimkannya pada tegangan lain. Hal ini memungkinkan energi listrik menjadi dihasilkan tegangan yang relatif rendah dan ditransmisikan pada tegangan tinggi dan arus rendah, sehingga mengurangi line kerugian, dan sekali lagi itu turun dari yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah untuk digunakan pada tegangan aman. Transformator daya diperlukan untuk meningkatkan tegangan dari generasi ke sistem transmisi dan kemudian menurun dari transmisi ke transmisi dan sub-sistem distribusi.

Total kapasitas trafo biasanya 8-10 kali total kapasitas pembangkit, oleh karena itu transformer adalah alat yang sangat penting dalam jaringan listrik, itu adalah peralatan modal dengan harapan hidup beberapa dekade dan perawatan harus dilakukan tentang seleksi dan penilaian yang merupakan pemahaman yang baik tentang dasar-dasar dan prinsip-prinsip operasi sangat penting. The KVA (Power) peringkat kekuatan transformator mencakup beragam antara 5 KVA hingga 750 MVA. Transformer sangat besar yang dipasang di stasiun dan menghasilkan HVDC stasiun konverter transformator sangat kecil digunakan dalam tegangan rendah dan sirkuit elektronik. The KVA rating trafo tergantung pada beban terhubung yang biasanya pada gulungan sekunder

Analogi

Transformator dapat dianggap sebagai dua roda sederhana 'gearbox' untuk listrik tegangan dan arus. Berliku utama adalah analog dengan poros input dan gulungan sekunder ke poros output. Diperbandingan ini, arus setara dengan kecepatan poros, tegangan torsi poros. Dalam gearbox, mekanik kekuasaan (kecepatan dikalikan dengan torsi) adalah konstan (mengabaikan kerugian) dan setara dengan daya listrik (tegangan dikalikan dengan arus) yang juga konstan. Rasio gear setara dengan transformator langkah-up atau step-down ratio. Sebuah transformator step-up tindakan

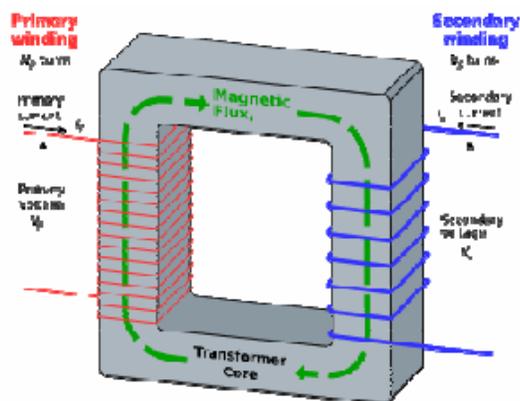
Demikian untuk pengurangan gigi (di mana tenaga mesin dipindahkan dari kecil, cepat berputar gear yang besar, perlahan-lahan memutar gear): itu perdagangan saat ini (kecepatan) untuk tegangan (torsi), dengan mentransfer daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder memiliki lebih banyak berubah. Sebuah transformator penurun tindakan analog ke pengganda gigi (di mana tenaga mesin dipindahkan dari gear besar ke kecil gear): itu perdagangan tegangan (torsi) untuk saat ini (kecepatan), dengan mentransfer daya dari kumparan primer ke sebuah kumparan sekunder memiliki lebih sedikit berubah.



Gambar 1.1

Diagram yang menunjukkan lokasi transformator daya yang berbeda dari generasi ke LT (domestik) jaringan listrik (sirkuit pemutus dan peralatan lainnya tidak ditampilkan) Sebuah transformator adalah perangkat listrik yang memindahkan energi dari satu sirkuit ke yang lain semata-mata oleh coupling magnet. Gerak relatif dari bagian-bagian transformator tidak diperlukan.

1.2 Hukum kopling flux



Ideal transformator penurun tegangan menunjukkan resultan fluks dalam inti Transformator sederhana terdiri dari dua konduktor listrik yang disebut primer dan berkelok-

kelok gulungan sekunder. Jika tegangan yang berubah terhadap waktu (sinusoidal) yang diterapkan pada gulungan utama dari berubah, arus akan mengalir di dalamnya menghasilkan kekuatan pendorong magneto (MMF). Hanya sebagai gaya gerak listrik (EMF) drive saat ini sekitar sirkuit listrik, maka fluks magnet MMF drive melalui magnetic rangkaian. MMF utama menghasilkan fluks magnet yang bervariasi dalam inti (diarsir abu-abu), dan menginduksi belakang gaya gerak listrik (EMF) yang menentang. Sesuai dengan Hukum Faraday, yang tegangan induksi di gulungan primer sebanding dengan laju perubahan fluks:

$$v_P = N_P \frac{d\Phi_P}{dt}$$

Demikian pula, diinduksi tegangan di gulungan sekunder adalah:

$$v_S = N_S \frac{d\Phi_S}{dt}$$

Fluks sempurna kopel, fluks dalam gulungan sekunder akan sama dengan yang di utama berkelok-kelok, dan sehingga kita dapat menyamakan dan. Dengan demikian berikut bahwa

$$\frac{v_P}{v_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

Oleh karena itu dalam transformator ideal, rasio dari tegangan primer dan sekunder adalah sama dengan rasio jumlah putaran dalam gulungan, atau sebagai alternatif, tegangan per putaran adalah sama untuk kedua gulungan. Ini mengarah pada penggunaan yang paling umum dari transformator: untuk mengkonversi energi listrik di salah satu tegangan energi pada tegangan yang berbeda dengan cara gulungan dengan jumlah yang berbeda bergantian. EMF dalam gulungan sekunder, jika terhubung ke rangkaian listrik, akan menyebabkan arus mengalir dalam sirkuit sekunder. The MMF dihasilkan oleh arus dalam menentang sekunder primer MMF dan cenderung untuk membatalkan fluksi dalam inti. Karena mengurangi mengurangi fluks EMF diinduksikan pada primer berkelok-kelok, peningkatan arus mengalir pada rangkaian utama. Peningkatan hasil MMF akibat offset arus primer efek lawan MMF sekunder. Dengan cara ini, energi listrik dimasukkan ke dalam gulungan utama dikirimkan ke gulungan sekunder. Mengabaikan kerugian, untuk tingkat tertentu kekuasaan ditransfer melalui sebuah transformator, arus sekunder rangkaian berbanding terbalik dengan rasio tegangan sekunder tegangan primer. Misalnya anggaphlah suatu kekuatan 50 watt yang ditawarkan terhadap beban resistif dari sebuah transformator dengan rasio 25:2 berubah.

$P = E \times I$ (daya = gaya gerak listrik \times current)

50 W = 2 V \times 25 A dalam rangkaian utama

Sekarang dengan perubahan trafo:

50 W = 2 Sebuah \times 25 V pada rangkaian sekunder.

Arus tinggi tegangan rendah memiliki lebih sedikit berubah gulungan kawat. Tegangan tinggi, rendah saat memiliki lebih banyak berubah gulungan kawat. Karena sumber tegangan DC tidak akan memberikan batas waktu bervariasi flux dalam inti, tidak kembali EMF akan dihasilkan dan arus ke transformator akan terbatas. Dalam prakteknya, rangkaian perlawanan dari gulungan membatasi jumlah arus yang dapat mengalir, hingga mencapai trafo baik termal kesetimbangan atau dihancurkan

Rumus Umum EMF

Jika fluksi dalam inti adalah sinusoidal, hubungan baik untuk berkelok-kelok antara banyaknya belitan, tegangan, kerapatan fluks magnet dan inti luas penampang diberikan oleh ggl universal persamaan:

$$E = 4,44 f n a b$$

Mana E adalah sinusoidal root mean square (RMS) tegangan yang berkelok-kelok, f adalah frekuensi dalam hertz, n adalah jumlah belitan kawat, yang merupakan wilayah inti (persegi unit) dan b adalah fluks magnetik di webers per square unit. Nilai 4,44 mengumpulkan sejumlah konstanta yang diperlukan oleh sistem unit.

Penemuan

Mereka yang dikreditkan dengan penemuan transformator meliputi:

- Michael Faraday, yang menciptakan sebuah 'induksi cincin' pada 29 Agustus 1831. Ini pertama trafo, meskipun hanya Faraday digunakan untuk menunjukkan prinsip induksi elektromagnetik dan tidak digunakan untuk meramalkan yang akhirnya akan diletakkan.
- Lucien Gaulard dan John Dixon Gibbs, yang pertama kali dipamerkan alat yang disebut 'sekunder generator' dalam London pada 1881 dan kemudian menjual ide untuk perusahaan Amerika Westinghouse. Ini mungkin telah menjadi trafo daya praktis pertama, tetapi bukan yang pertama transformator apapun. Mereka juga menunjukkan penemuan di Turin pada tahun 1884, di mana itu diadopsi untuk sistem penerangan listrik. Awal perangkat yang digunakan inti besi yang terbuka, yang kemudian ditinggalkan yang lebih efisien inti melingkar dengan jalur magnetik tertutup.
- William Stanley, seorang insinyur untuk Westinghouse, yang membangun perangkat praktis yang pertama pada tahun 1885 setelah George Westinghouse membeli Gaulard dan Gibbs 'paten. Inti terbuat dari saling E-besi berbentuk piring. Desain ini pertama kali digunakan secara komersial pada tahun 1886.
- insinyur hungaria Ottó Bláthy, Miksa Deri dan Karoly Zipernowsky di perusahaan Ganz Budapest pada 1885, yang menciptakan efisien "ZBD" model yang didasarkan pada desain oleh Gaulard dan Gibbs.
- Nikola Tesla pada tahun 1891 menemukan kumparan Tesla, yang merupakan tegangan tinggi, udara-core, dual-tuned resonan trafo untuk menghasilkan tegangan sangat tinggi di frekuensi tinggi.

Jenis transformer

1. Power transformer (Langkah-up dan Langkah-down)
2. Instrument Transformers (Current dan tegangan)
3. Konverter HVDC Transformers
4. Reaktor (Seri dan Shunt)
5. Isolasi Transformers
6. Variabel auto-transformer
7. Sinyal transformer

Power Transformers digunakan untuk melangkah naik dan turun dari generasi dan dalam distribusi kekuasaan dalam jaringan, biasanya ini terisi penuh transformer. Alat Transformers digunakan untuk pengukuran, dan perlindungan HV jaringan listrik dari kesalahan Transformers converter HVDC digunakan sebagai beban impedansi dan isolasi dari sistem DC, biasanya ini di tingkat tegangan yang sama 400 / 500 KV AC untuk di mana 500 KV sistem AC makan ke AC ke DC sistem konverter. Reaktor yang digunakan untuk kompensasi daya reaktif di jaringan, dua jenis reaktor yang digunakan adalah 1) Seri dan 2) Shunt ini pada prinsipnya sama, operasi dan konstruksi sebagai transformer. Transformers isolasi digunakan untuk memisahkan dua rangkaian fisik untuk keselamatan dan keamanan. Variabel auto-transformator digunakan ketika variabel tegangan (maka sekarang) diperlukan terutama untuk pengujian dan kalibrasi. Transformator sinyal digunakan dalam sirkuit elektronik untuk menghubungkan listrik daerah berbeda sirkuit dan isolasi fisik.

1.2 Rating Tranformator

Ketika sebuah transformator adalah untuk digunakan dalam sebuah rangkaian, lebih dari sekadar rasio belitan harus dipertimbangkan. Itu tegangan, arus, dan kekuasaan-kemampuan penanganan dari gulungan primer dan sekunder juga harus dipertimbangkan. Tegangan maksimum yang dapat secara aman diterapkan pada setiap berliku ditentukan oleh jenis dan ketebalan dari isolasi yang digunakan. Ketika yang lebih baik (dan tebal) isolasi digunakan antara gulungan, yang lebih tinggi tegangan maksimum yang dapat diterapkan pada gulungan. Arus maksimum yang dapat dilakukan oleh sebuah transformator berliku ditentukan oleh diameter kawat digunakan untuk yang berkelok-kelok. Jika arus berlebihan dalam berkelok-kelok, yang lebih tinggi dari jumlah daya biasa akan disebarkan oleh yang berkelok-kelok dalam bentuk panas. Panas ini cukup tinggi dapat menyebabkan isolasi di sekitar kawat untuk merobohkan. Jika hal ini terjadi, mungkin trafo permanen rusak.

Kekuatan-kapasitas penanganan transformator bergantung pada kemampuannya untuk mengusir panas. Jika panas dapat dengan aman dihapus, kekuatan-penanganan kapasitas trafo dapat ditingkatkan. Ini kadang-kadang dilakukan dengan merendam dalam minyak trafo, atau dengan menggunakan sirip pendingin. Kekuatan - kapasitas penanganan transformator diukur baik dalam volt-ampere unit atau unit watt.

Jika diterapkan pada frekuensi transformator meningkat, reaktansi induktif dari gulungan adalah meningkat, menyebabkan ac yang lebih besar jatuh tegangan pada gulungan dan yang lebih rendah jatuh tegangan pada memuat. Namun, peningkatan frekuensi diterapkan pada sebuah transformator tidak boleh merusaknya. Tapi, jika frekuensi diterapkan pada transformator menurun, reaktansi dari gulungan menurun dan arus melalui gulungan trafo meningkat. Jika penurunan frekuensi cukup, mengakibatkan peningkatan arus akan merusak transformator. Untuk alasan ini sebuah transformator dapat digunakan di frekuensi di atas frekuensi pengoperasian normal, tapi tidak di bawah frekuensi. Jelas Power Persamaan atau peringkat KVA Single phase transformer

$KVA = V_p * I_p$ dimana V_p adalah tegangan rms fasa di KV dan I_p adalah rms arus dalam Amps.

Jelas persamaan Power atau KVA rating transformator tiga fasa

$KVA = \sqrt{3} * V_p * I_p$ mana baris V_p adalah tegangan rms baris di KV dan I_p adalah garis rms arus dalam Amps.

Konstruksi

Sebuah transformator biasanya memiliki:

- Dua atau lebih terisolasi gulungan, untuk membawa arus
- Sebuah inti, di mana pasangan saling medan magnet gulungan.

Dalam transformer dirancang untuk beroperasi pada frekuensi rendah, gulungan biasanya terbentuk sekitar besim atau baja inti. Ini membantu membatasi medan magnet di dalam transformator dan meningkatkan efisiensi, meskipun kehadiran inti energi menyebabkan kerugian. Transformers dibuat untuk beroperasi pada tinggi frekuensi dapat menggunakan bahan-bahan lain kerugian yang lebih rendah, atau dapat menggunakan inti udara.

Konstruksi inti

Transformator daya diklasifikasikan lebih lanjut oleh susunan pasti inti dan gulungan sebagai "shell type", " tipe inti "dan juga oleh jumlah" anggota badan "yang membawa fluks (3, 4 atau 5 untuk 3-fase transformer). Jenis inti bentuk ini kebanyakan digunakan dalam tiga fase transformer distribusi. Jendela H_a tinggi tergantung pada kumparan tinggi dan daerah inti A_r tergantung pada kekuatan nilai S_n .

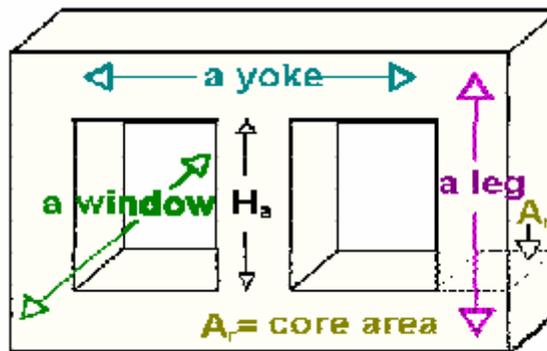


Fig 1.3

Ada lima kelompok utama paduan lembut diklasifikasikan magnetis terutama oleh konstituen utama dari logam.

- baja karbon rendah
- baja silikon
- nikel-besi
- kobalt-nikel-besi
- kobalt besi
- Steel core

Transformers sering memiliki inti baja silikon untuk menyalurkan medan magnet. Hal ini membuat medan lebih terkonsentrasi di sekitar kabel, sehingga transformator lebih kompak. Inti dari sebuah kekuatan