

RANGKAIAN DASAR ELEKTRONIKA



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

RANGKAIAN DASAR ELEKTRONIKA

Penulis :

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom., M.Si., MM.

ISBN : 9 786235 734804

Editor :

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom.

Penyunting :

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yudianto, S.Ds., M.Kom.

Penebit :

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : info@stekom.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas terselesainya buku yang berjudul **“Rangkaian Dasar Elektronika”** dengan baik. Buku ini berisi tentang penjelasan / pengantar tentang dasar – dasar elektronika. Dalam buku ini, dasar-dasar rangkaian listrik dan elektronik dibahas. Pembaca akan dikenalkan tentang definisi Rangkaian / Sirkuit, semi-konduktor, resistor, induktor, transformator, papan sirkuit, dan elektronik, secara umum. Pembaca bahkan akan diajarkan tentang tips keselamatan listrik dan serangkaian keterampilan yang dibutuhkan dalam elektronika, serta ringkasan singkat tentang rekayasa balik, peretasan, pemrograman mikrokontroler, dan robotika.

Selain itu, pembaca dapat menerapkan semua yang akan dipelajari setelah pembaca memulai proyek sirkuit yang diusulkan untuk pemula. Buku ini dibagi menjadi 16 Bab, tiap bab akan membahas secara rinci tentang pengenalan tentang dasar kelistrikan. Bab 1 dan 2 akan menjelaskan tentang apa itu rangkaian Listrik. Pada bab 3 akan diajarkan tentang Hambatan dan jenisnya serta pengukuran. Bab 4 sampai dengan bab 7 akan membahas tentang kelistrikan yang berkaitan dengan Arus listrik, Daya Listrik dan cara mengukurnya, diajarkan pula tentang hukum dan teori yang berkaitan dengan dasar elektronika. Bab 8 kita akan memulai dengan latihan membuat rangkaian kelistrikan. Bab 9 akan menjelaskan tentang keamanan yang harus dilakukan ketika membuat rangkaian listrik, parameter yang harus dilakukan dan dihindari. Bab 10 akan memperkenalkan alat yang sangat dibutuhkan dalam instalasi elektronika. Bab 11, 12 dan 13 mulai melatih para pembaca dengan latihan membuat rangkaian sederhana serta menganalisis rangkaian yang dibuat. Bab 14 dan bab 15 akan membahas tentang cara meretas rangkaian / sirkuit yang dibangun, tidak hanya diajarkan dengan teori saja, tetapi pada buku ini juga paktek nyata peretasan system.

Bab terakhir dalam buku ini akan membahas tentang Mikrotik dan Robotika, juga dikenalkan pula tentang Bahasa pemrograman mikrotik dan Robotika. Akhir kata penulis berharap buku ini dapat membantu Anda memahami Rangkaian Dasar Elektronika.

Semarang, Agustus 2022

Penulis

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Kata pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 PENGANTAR RANGKAIAN LISTRIK	1
1.1. Apa itu Sirkuit/Rangkaian?	1
1.2. Rangkaian dan Jenisnya	2
1.3. Konduktor, Isolator & Semi Konduktor	2
1.4. Memecah Komponen Rangkaian	3
1.5. Arus, Resistansi & Tegangan	3
1.6. Sistem AC/DC	4
1.7. Apa Itu Transformator	4
BAB 2 RANGKAIAN LISTRIK	6
2.1. Bagian dari Rangkaian	6
2.2. Kategori Rangkaian	6
2.3. Di mana Induktansi Memasuki Rangkaian?	7
2.4. Rangkaian Terpadu	8
BAB 3 HAMBATAN RANGKAIAN	9
3.1. Apa itu Resistensi	9
3.2. Rangkaian Resistif	9
3.3. Jenis Resistansi	10
3.4. Resistansi vs. Konduktansi	10
3.5. Perhitungan Resistansi	11
3.6. Resistansi Lembaran.....	11
3.7. Peran Impedansi & Admitansi	11
BAB 4 MENGUKUR ARUS LISTRIK PADA RANGKAIAN	13
4.1. Satuan Standart	13
4.2. Alternatif yang Biasa Digunakan	13
4.3. Satuan Gaya	14
BAB 5 PERPINDAHAN DAYA MAKSIMAL	15
5.1. Transfer Daya Maksimum	15
5.2. Teori Thevenin	16
5.3. Transformasi STAR Delta	18
5.4. Teori Elemen Ekstra	18
5.5. Penyederhanaan Sumber	18
5.6. Metode Rosenstark	19

BAB 6 HUKUM DALAM RANGKAIAN LISTRIK	20
6.1. Hukum Kirchhoff	20
6.2. Hukum Induksi	22
6.3. Hukum Ohm & Konduktivitas	22
6.4. Teorema Norton	23
6.5. Hukum Coulomb	24
BAB 7 ELEKTROMAGNETISME	25
7.1. Pengantar Konsep Elektromagnetisme	25
7.2. Carl Friedrich Gauss	25
7.3. Rumus Utama dalam Elektromagnetisme	26
7.4. Elektrodinamika & Elektrodinamika Kuantum	27
BAB 8 PAPAN RANGKAIAN	29
8.1. Printed Circuit Board	29
8.2. Pengujian Papan Sirkuit	29
8.3. Membuat Prototipe	30
8.4. Breadboard	30
8.5. Keterampilan Penting dalam Sirkuit	30
8.6. Solder	31
BAB 9 KEAMANAN YANG CUKUP	32
9.1. Kurangnya Kursus Keahlian Kelistrikan	32
9.2. Pentingnya Pelatihan Kelistrikan	32
9.3. Aturan Keselamatan Sirkuit 80-20	33
9.4. Mengatasi Masalah	33
BAB 10 MULTIMETER	34
10.1. Apa itu Multimeter?	34
10.2. Multimeter dalam Pekerjaan	34
10.3. Resolusi, Akurasi & Impedansi Masukan	35
10.4. Masalah Keamanan	35
BAB 11 RANGKAIAN DIY: PROYEK SEDERHANA	37
11.1. Alat Umum dalam Rangkaian	37
11.2. Proyek Sirkuit Pemula	40
BAB 12 DESAIN SIRKUIT: TATA LETAK DAN DIAGRAM SKEMA	45
12.1. Desain Sirkuit 101	45
12.2. Proses Desain	45
12.3. Simbol Sirkuit	47
12.4. Faktor yang Perlu Dipertimbangkan	49
12.5. Dokumentasi, Verifikasi & Pengujian	50
BAB 13 SEBUAH JALAN MELALUI EDA	51
13.1. Apa itu EDA?	51
13.2. Alur Desain	51
13.3. Optimalisasi Tingkat Sirkuit	52

13.4. Interpretasi, Analisis & Verifikasi	52
BAB 14 CARA LAIN: REKAYASA TERBALIK	53
14.1. Pengantar Rekayasa Terbalik	53
14.2. Alasan Pembalikan	53
14.3. Apakah Rekayasa Terbalik Mirip dengan Peretasan?	54
14.4. Pembangunan Proyek Rekayasa Terbalik	55
14.5. Rekayasa Terbalik & CAD	55
14.6. Legalitas Industri	55
BAB 15 MERETAS SIRKUIT	56
15.1. Tentang Peretasan Sirkuit	56
15.2. Alat Utama Peretas: Teknologi FIB	57
15.3. Proyek Peretasan Sirkuit	58
BAB 16 REKAYASA SIRKUIT LANJUTAN: MIKROKONTROLER & ROBOT	60
16.1. Robotika & Teknik Komputer	60
16.2. Pemrograman Mikrokontroler + Mikrokontroler	61
16.3. Robot + Robotika	61
Daftar Pustaka	63

BAB 1

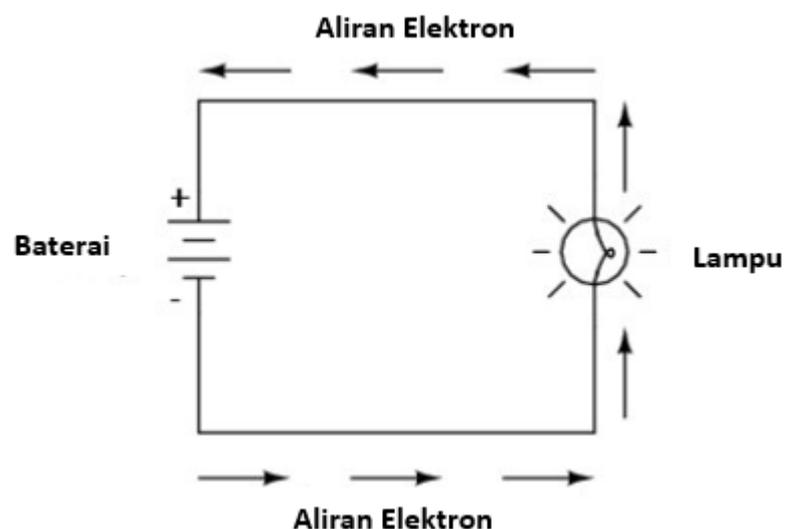
PENGANTAR RANGKAIAN LISTRIK

Pada tahun 1882, terjadi perang wilayah; itu antara insinyur listrik dan ilmuwan terkemuka, Thomas Edison (penemu sistem DC) dan Nikola Tesla (penemu sistem AC). Sementara Thomas Edison menyatakan bahwa cara yang efisien untuk mendistribusikan daya adalah melalui sistem DC, Nikola Tesla berpendapat bahwa meskipun sistem DC efisien, arus bolak-balik adalah pilihan yang lebih praktis. Ini dimulai sebagai bentrokan ide sederhana, tetapi akhirnya menyebabkan keretakan besar. Tidak ada profesional yang kebobolan; keduanya bersikeras bahwa sistem mereka sendiri "lebih baik".

Pada akhirnya, Nikola Tesla yang membawa pulang kejayaan. Inti masalah? Dia diberikan dana oleh sebuah perusahaan yang diakui secara internasional, Westinghouse. Mayoritas sumber daya Kota New York didasarkan pada ide-ide insinyur Serbia; di Air Terjun Niagara di Kanada, pembangkit listrik dibangun. Jika Anda tertarik untuk mengetahui lebih lanjut tentang perang sirkuit tertentu, sistem AC dan DC, dan semua diskusi penting tentang sirkuit, mengikuti kursus tentang sirkuit elektronik adalah cara yang tepat.

1.1 APA ITU SIRKUIT/RANGKAIAN?

Baik sirkuit listrik dan sirkuit elektronik mengacu pada jalur lengkap untuk arus listrik, yang dimulai dan berakhir pada satu titik; itu adalah bagian yang memungkinkan listrik masuk di satu tempat, lalu, biarkan melewati serangkaian pemberhentian, dan akhirnya, biarkan keluar di tempat yang sama. Daftar contoh dasar rangkaian termasuk sakelar lampu (mati dan hidup) dan lampu yang dioperasikan dengan baterai.



Gambar 1.1 Contoh Rangkaian Listrik Sederhana

Sebuah sirkuit dapat berfungsi dengan baik - asalkan desainnya dikonseptualisasikan dengan baik. Sebisa mungkin, direkomendasikan bahwa sampai pada produk yang sederhana harus menjadi tujuannya; semakin sederhana dan lugas desainnya, semakin baik. Dengan

konsep dasar, bahkan jika insinyur sirkuit (tingkat pemula) lain yang akan memeriksanya tidak akan kesulitan memahaminya. Meskipun mungkin ada sistem yang kompleks, agenda tersebut tidak dimaksudkan untuk memperumit penjelasan.

Selain itu, sirkuit dapat disebut sebagai ruang dengan jalur konduktif yang memberikan kesempatan elektron untuk bergerak bebas. Untuk membuatnya dengan desain yang brilian, tipnya adalah mempelajari klasifikasi semua sirkuit. Anda dapat menggunakan pengetahuan untuk menentukan jenis jaringan yang sesuai, serta kebutuhan akan sumber eksternal atau internal.

2 klasifikasi sirkuit:

1. Linier atau non-linier – sirkuit yang didasarkan pada jaringan linier atau non-linier; itu terdiri dari sumber independen dan/atau dependen dan elemen pasif
2. Aktif atau pasif – sirkuit yang didasarkan pada tidak adanya (sirkuit pasif) atau keberadaan (sirkuit aktif) dari sumber; sumber dapat berupa sumber daya atau sumber tegangan

1.2 RANGKAIAN DAN JENISNYA

Tidak semua sirkuit sama. Faktanya, salah satu kesalahpahaman yang paling umum melibatkan sirkuit listrik dan sirkuit elektronik; keduanya dikatakan satu dan sama, tetapi sebenarnya tidak. Sementara yang pertama dapat membawa tegangan rata-rata ke tinggi, yang terakhir memiliki kecenderungan untuk memiliki beban tegangan rendah. Selain itu, selalu penting untuk mengetahui jenis sirkuit yang berbeda, terutama jika Anda akan membuat sirkuit sendiri; jenis sirkuit yang Anda buat harus memiliki kemampuan untuk menangani beban yang diinginkan.

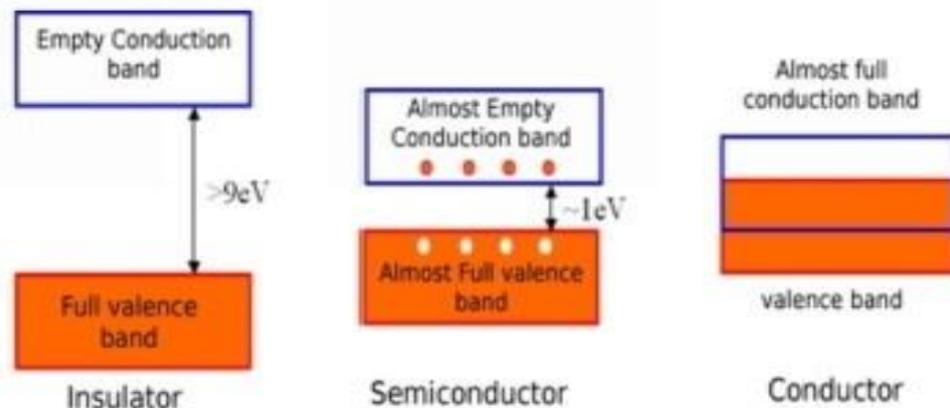
Jenis sirkuit:

- Sirkuit tertutup – ini adalah sirkuit yang berfungsi penuh
- Rangkaian terbuka – yaitu rangkaian yang tidak dapat berfungsi lagi karena komponen yang rusak atau hilang, atau sambungan yang kendor
- Hubungan pendek – itu adalah sirkuit yang datang tanpa beban
- Sirkuit paralel – ini adalah sirkuit yang menghubungkan ke sirkuit lain; itu seperti sumber daya utama atau rangkaian utama dalam rangkaian rangkaian
- Rangkaian seri – merupakan rangkaian yang menghubungkan ke rangkaian lain; jumlah listrik yang sama didistribusikan ke masing-masing sirkuit komponennya; sumber daya utama atau sirkuit utama tidak jelas

1.3 KONDUKTOR, ISOLATOR & SEMI KONDUKTOR

Konduktor, isolator, dan semi-konduktor menjelaskan fakta bahwa sifat kelistrikan rangkaian bergantung pada jenis rangkaian, serta pada pita konduksinya (yaitu daya listrik yang diizinkan). Misalnya, jika suatu sumber daya tertentu memilih untuk mendistribusikan daya listrik 9 volt ke rangkaian tertutup, sifat kelistrikannya dapat dievaluasi dengan menggunakan 2 rincian: (1) karakteristiknya sebagai rangkaian tertutup dan (2) listrik 9 volt. kekuasaan. Selain itu, konduktor, isolator, dan semi konduktor adalah konsep integral dari konduktivitas suatu benda. Sementara konduktor dan semi-konduktor dikelompokkan untuk

menggambarkan pembawa bermuatan, isolator masih dianggap relatif meskipun tidak mengandung muatan gratis.



Gambar 1.2 perbedaan lempeng antara Isolator, semikonduktor dan konduktor

Isolator dapat berupa objek "tanpa ion" apa pun; contoh semi-konduktor yang paling umum adalah tembaga dan aluminium & untuk konduktor, emas dan perak

Pita konduksi:

- Konduktor – ini adalah pita konduksi yang disebut sebagai pita hampir penuh
- Isolator - itu adalah pita konduksi yang disebut sebagai pita kosong
- Semi-konduktor –itu adalah pita konduksi yang disebut sebagai pita hampir kosong

1.4 MEMECAH KOMPONEN RANGKAIAN

Sebuah sirkuit dapat berupa sederhana atau kompleks, dan menjadi sederhana dan kompleks. Jika rangkaian dalam subjek adalah rangkaian seri, dengan sekelompok 10 rangkaian berbeda yang terhubung dengannya atau jika rangkaian tersebut hanyalah rangkaian tertutup dasar dengan 5 pemberhentian berbeda, ini dapat membingungkan untuk dilacak. Namun, jika Anda membedah rangkaian apa pun, Anda akan menemukan 3 komponen integral yang konstan.

Komponen integral:

1. Beban – ini adalah representasi dari konsumsi daya, serta pekerjaan yang diselesaikan dalam suatu sistem; tanpa itu, hampir tidak ada gunanya memiliki sirkuit
2. Sumber daya – dari situlah listrik berasal
3. Pathway – ini adalah kerangka sirkuit; dari sumber daya, ia mengikuti beban melalui masing-masing jaringan, dan akhirnya kembali ke dan keluar dari sumber daya; itu juga disebut sebagai jalur konduktif

1.5 ARUS, RESISTANSI & TEGANGAN

Arus, hambatan, dan tegangan adalah 3 representasi dari komponen penting dari sistem rangkaian. Mereka dapat menjelaskan bagaimana listrik masuk, kemudian bergerak dari satu titik ke titik lainnya, dan akhirnya keluar. Apakah jalur listrik agak sederhana,

representasi ini tetap konstan. Selain menggambarkan aliran listrik, mereka dapat berfungsi sebagai indikasi kesalahan (dalam kasus ketika sirkuit gagal bekerja). 3 representasi:

1. Arus - itu adalah representasi dari aliran listrik; khususnya, fokusnya adalah pada aliran elektron
2. Perlawanan - itu adalah representasi dari sifat aliran listrik saat bergerak di sekitar sirkuit
3. Tegangan – itu adalah representasi dari gaya listrik atau tekanan; pada umumnya suplai berasal dari colokan listrik atau baterai

1.6 SISTEM AC/DC?

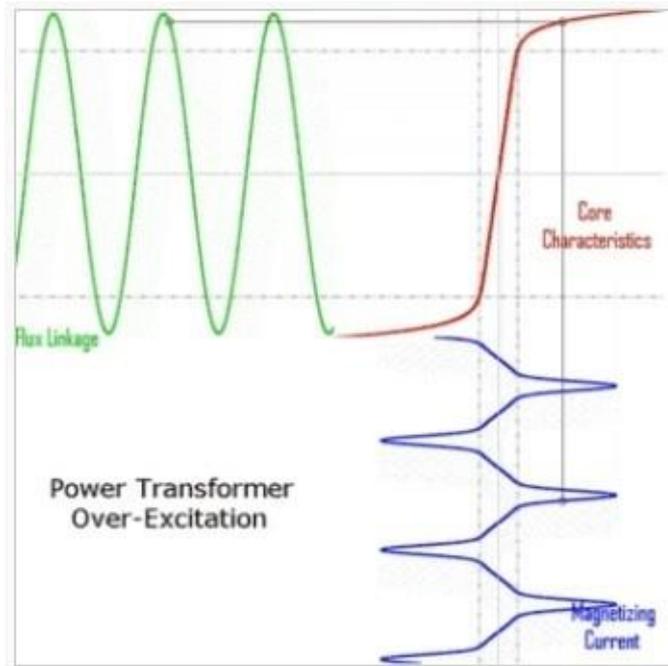
Sistem AC dan DC (atau sistem arus bolak-balik dan arus searah) sering dikaitkan satu sama lain. Ketika sistem AC disebutkan, demikian juga sistem DC. Sebaliknya, ketika giliran sistem DC menjadi sorotan, tidak akan lama lagi sistem AC disebutkan. Ini karena sistem ini berlawanan satu sama lain; untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang salah satunya, disarankan untuk mengenal yang lain juga. Selain itu, sistem AC dan DC adalah jenis aliran arus rangkaian. Dalam sistem AC, aliran arus kadang-kadang berubah arah. Sedangkan pada sistem DC, aliran arus mengikuti satu arah.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem AC memberikan kebebasan sirkuit untuk membiarkan arus mengalir ke beberapa arah. Meskipun ini bisa menjadi keuntungan, ini tidak mengizinkan aliran kontinu yang dapat diberikan oleh sistem DC. Jadi, haruskah Anda menggunakan sistem AC atau sistem DC? Keputusan mengenai sistem mana yang sekarang bergantung pada desain yang lebih praktis untuk diikuti; memperhitungkan tujuan memiliki sirkuit Anda sendiri. Jika Anda lebih suka sesuatu yang besar dan Anda berniat untuk memberi daya pada sesuatu yang besar, sistem AC dapat masuk. Di sisi lain, jika Anda mahir dengan pengaturan dasar, Anda dapat menggunakan konsep sistem DC sebagai dasar.

1.7 APA ITU TRANSFORMATOR?

Transformator adalah perangkat yang berfungsi sebagai portal untuk transfer energi di dalam titik-titik dalam suatu rangkaian atau dari rangkaian 1 ke rangkaian 2. Dalam kebanyakan kasus, transformator digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan dalam suatu sistem. Ketika trafo pertama dibangun pada pertengahan 1880-an, insinyur sirkuit menemukan bahwa trafo secara signifikan meningkatkan aliran listrik di sirkuit, dan akibatnya, menghasilkan sirkuit yang lebih kuat. Penemuan ini membuka jalan bagi berbagai desain transformator, serta berbagai ukuran transformator.

Prinsip utama transformator adalah kebutuhannya akan permeabilitas magnetik yang sangat tinggi. Oleh karena itu sirkuit yang mampu menarik daya, tentu saja, lebih cenderung memiliki arus listrik yang ditransfer ke sana; dan, sebaliknya, sirkuit dengan permeabilitas magnetik rendah cenderung tidak mengekstrak daya dari sirkuit lain.



Gambar 1.3 Permeabilitas magnetik didefinisikan sebagai kemampuan sirkuit untuk menahan dan mendukung medan magnet internal

BAB 2

RANGKAIAN LISTRIK

Katakanlah sebuah lampu di kamar Anda telah ada untuk sementara waktu, dan katakanlah ia memilih untuk menyerah pada Anda malam itu; meskipun itu lampu tua, Anda masih percaya itu bisa berfungsi dengan baik. Anda menduga bahwa masalahnya ada di papan switching. Alih-alih membiarkannya begitu saja dan karena Anda tertarik dengan cara kerjanya, Anda memilih untuk mempelajari komponennya.

Saat Anda membuka sistem internalnya, Anda melihat bahwa terhubung ke semacam panel adalah 2 kabel; satu kabel berwarna merah, yang lain berwarna hitam. Sejauh pengetahuan Anda tentang sirkuit dapat memberi tahu Anda, 2 kabel di tangan Anda adalah: (1) kabel hidup atau kabel yang terhubung ke sakelar, dan (2) kabel netral atau kabel yang membawa beban.

Seperti aturan universal dalam rekayasa sirkuit, merah adalah warna yang menunjukkan kabel hidup, hitam, di sisi lain, adalah kabel netral. Untuk kesempatan mengetahui mengapa lampu Anda menyerah pada Anda selain usia tua, memeriksa kabel merah akan menjadi awal yang baik.

2.1 BAGIAN DARI SIRKUIT

Sirkuit/Rangkaian Listrik dapat bekerja dengan lancar jika masing-masing bagiannya berkontribusi pada alur kerja seperti yang diharapkan. Ingat bahwa itu mengikuti seri; jika salah satu titik pada rangkaian tersebut tidak dalam kondisi. Jadi, jika Anda bertanya-tanya mengapa suatu sistem berfungsi, periksa setiap komponennya. Untuk menggunakan pepatah lama (dan memodifikasinya sedikit), sirkuit, secara keseluruhan, sama baiknya dengan bagian-bagian individualnya.

Bagian individu:

- Kapasitor – bertanggung jawab atas stabilitas sumber daya dalam rangkaian Dioda – bertugas memasok cahaya dalam rangkaian
- Induktor - ini adalah kumparan sistem pengkabelan
- Resistor – bertanggung jawab atas konsumsi daya Transistor – bertanggung jawab atas kontrol sinyal listrik

2.2 KATEGORI RANGKAIAN

Kategori rangkaian / sirkuit menggambarkan level tegangan, serta aliran listriknya dari waktu ke waktu; mereka mengacu pada seberapa banyak dan seberapa kuat arus saat masuk dan melewati setiap titik dalam suatu rangkaian. Karena bervariasi, ini terdaftar sebagai cara yang efektif untuk memahami jenis sistem sirkuit jika dikategorikan. Kategori sirkuit:

- Rangkaian analog – ini adalah kategori rangkaian yang menggunakan konsep rangkaian paralel dan rangkaian seri sebagai dasarnya. Di antara bagian dasarnya adalah kapasitor, dioda, resistor, dan kabel.

- Dalam diagram, sirkuit analog mudah dikenali. Biasanya, ketika model sirkuit tertentu digambar, ilustrasi sederhana disajikan karena sirkuit ini tidak mengikuti sistem yang kompleks. Dalam kebanyakan kasus, ketika diilustrasikan, bagian-bagian (misalnya kapasitor, dioda, kabel, dll.) diwakili oleh garis.
- Sirkuit digital – ini adalah sirkuit yang sangat bergantung pada aljabar Boolean (yaitu nilai benar atau salah, atau seperti yang dilambangkan 1 atau 0); oleh karena itu, sirkuit ini sering bergantung pada transistor yang dapat membuat logika tertutup. Dibandingkan dengan sirkuit analog, ini mengikuti desain canggih.
- Selain itu, sirkuit digital dirancang untuk menciptakan nilai numerik atau logis untuk representasi listrik yang mengalir di dalam sistemnya. Karena ini tidak hanya terfokus pada kemampuan belaka untuk menerima arus listrik, tetapi lebih pada sifat-sifat individual dari semua bagiannya, juga, sirkuit ini dilengkapi dengan fungsi lanjutan; mereka dapat menyediakan memori dan menyelesaikan perhitungan sewenang-wenang.
- Analog-digital - sirkuit ini kadang-kadang disebut sirkuit hybrid atau sirkuit sinyal campuran karena desain sistem sirkuit analog dan digital diberikan cahaya. Meskipun konsep mereka bisa sangat kompleks, sirkuit ini dapat memberikan hasil yang lebih menyeluruh; prosedur digabungkan, yang memungkinkan upaya kolaboratif dari bagian yang berbeda. Salah satu contohnya adalah penerima telepon; pertama, ia bekerja berdasarkan sirkuit analog untuk membuat dan menstabilkan sinyal, kemudian, berdasarkan sirkuit digital, sinyal ini diubah menjadi unit digital, dan akhirnya, tunduk pada interpretasi.

2.3 DI MANA INDUKTANSI MEMASUKI RANGKAIAN?

Dalam analisis rangkaian, istilah induktansi, diperkenalkan pada tahun 1886 oleh Oliver Heaviside, mengacu pada properti komponen penghasil listrik rangkaian untuk berubah jumlahnya. Terlepas dari dukungan aspek sirkuit yang bervariasi, ini menunjukkan perlunya filter dan sistem penyimpanan energi untuk disediakan. Sebagai berikut, komponen dalam rangkaian yang memungkinkan induktansi disebut induktor. Biasanya, bagian ini terbuat dari kawat. Tapi, sementara beberapa sirkuit mengandung induktor sebagai bagian integral, yang lain tetap berfungsi tanpa perlu mengubah aliran listrik. Induktansi dapat berupa induktansi timbal balik atau induktansi diri. Yang pertama mengacu pada perubahan arus listrik dari satu induktor ke induktor lain; itu menjelaskan operasi utama transformator. Sementara itu, yang terakhir mengacu pada induktansi yang stabil dalam suatu sistem.

Selain itu, induktansi diwakili oleh simbol L , yang dimaksudkan untuk diberikan kepada ilmuwan, Heinrich Lenz. Itu juga diukur dalam satuan henry setelah ilmuwan Amerika, Joseph Henry; maka meskipun Oliver Heaviside yang memperkenalkan istilah tersebut, orang di balik pengembangannya adalah Joseph Henry. Induktansi timbal balik menggambarkan kejadian dalam rangkaian ketika ada perubahan yang dapat ditelusuri ke induktor; khususnya, ini mengacu pada perubahan karena preferensi induktor dari induktor terdekat. Penting untuk mempelajari hubungan 2 induktor karena ini adalah dasar dari operasi transformator. Selain itu, batas harus dipertahankan agar transfer energi potensial tetap diatur; kegagalan untuk

salah menghitung induktansi timbal balik dapat mengakibatkan kopling induktansi yang tidak diinginkan, serta kelebihan daya.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa induktansi timbal balik (seperti yang diwakili oleh simbol M) adalah pengukuran kopling yang melibatkan 2 induktor; 2 induktor, kemudian, diberikan kepentingan khusus (dalam hal lilitan kumparan), bersama dengan kemampuan masing-masing induktor untuk menerima aliran atau permeans arus. Rumus untuk menghitung induktansi timbal balik adalah sebagai berikut:

$$M_{AB} = (N_B) (N_A) (P_{AB})$$

Keterangan: M_{AB} = induktansi timbal balik pada rangkaian A dan rangkaian B

N_B = induktansi pada rangkaian B

N_A = induktansi pada rangkaian A

P_{AB} = permeabilitas pada rangkaian A dan rangkaian B

Ketika dijelaskan, rumus tersebut menyoroti bahwa induktansi timbal balik antara induktor A dan induktor B (atau M_{AB}) sama dengan hasil kali 3 elemen: [1] kumparan induktor B (atau N_B), [2] kumparan induktor A (atau N_A), dan [3] permeansi induktor A dan induktor B (atau P_{AB}).

Di sisi lain, induktansi diri mengacu pada induksi tegangan dari sistem pembawa arus sehubungan dengan perubahan arus dalam rangkaian. Ini menunjukkan bahwa pada akhirnya, akan ada arus lain yang akan mengalir bersama dengan arus primer. Karena besarnya gaya dalam medan magnet, tegangan diinduksi; khususnya, tegangan diinduksi sendiri.

2.4 RANGKAIAN TERPADU?

Sirkuit terpadu (atau IC) disebut juga microchip atau chip, karena ukurannya. Ia bekerja tergantung pada tingkat sinyal tertentu. Salah satu contohnya adalah sirkuit terpadu yang memungkinkan komputer melakukan banyak tugas; alih-alih memuat struktur komputer dengan sirkuit besar, itu datang untuk menyelamatkan. Dalam kebanyakan kasus, sirkuit terpadu beroperasi pada keadaan yang sedikit ditentukan. Dibandingkan dengan rangkaian normal yang operasinya didistribusikan melalui amplitudo kontinu, ia dapat berfungsi dalam jaringan kecil; sirkuit normal terkadang gagal bekerja dengan hanya rentang amplitudo kecil. Pada dasarnya, sirkuit terpadu tidak berbeda dengan sirkuit lainnya; kekuatannya dapat mengejutkan Anda, ya, tetapi, jika dijelaskan bagaimana itu, itu hanyalah sebuah sirkuit yang telah dikurangi sehingga dapat masuk ke dalam sebuah chip.

BAB 3 HAMBATAN RANGKAIAN

Tanpa bahan yang dapat bertindak sebagai gaya lawan, rangkaian dapat berfungsi, tetapi mungkin tidak berfungsi seperti yang diinginkan. Ketika suatu suplai listrik dapat menjalankan fungsinya dengan menyalurkan listrik ke bukaan suatu rangkaian, arus listrik akan tetap mengalir; alirannya bisa tidak terkendali, yang dapat menghancurkan integritas sistem. Biasanya, tanpa oposisi, sirkuit akhirnya mengambil terlalu banyak beban. Istilah untuk bahan lawan ini adalah perlawanan; itu berjalan seiring dengan istilah konduktansi. Dan, seperti yang disebutkan dalam bab pertama, itu adalah representasi dari aliran arus dalam suatu rangkaian.

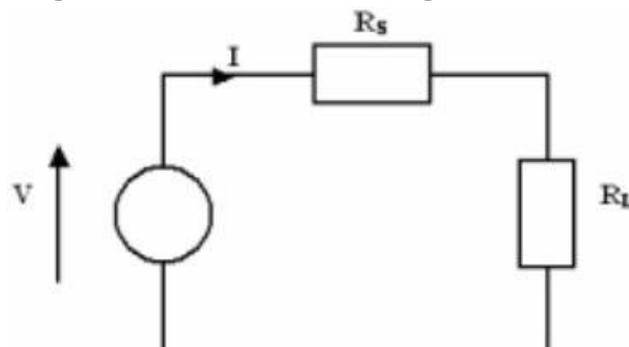
3.1 APA ITU RESISTENSI?

Resistensi adalah pengukuran arus listrik yang berlawanan; dapat dinyatakan dalam ohm. Ini menghasilkan sejumlah gesekan yang relatif terhadap jumlah listrik yang diperlukan yang dapat ditangani oleh sirkuit tertentu. Di satu sisi, resistansi bertanggung jawab atas kelancaran aliran listrik dalam suatu rangkaian. Meskipun orang lain akan melawan argumen tersebut dengan mengatakan bahwa alih-alih mendukung aliran listrik yang mudah dalam suatu sistem, itu memperlambatnya.

Namun, resistensilah yang memungkinkan keseimbangan listrik dalam suatu rangkaian. Ambil contoh kasus rangkaian yang hanya dapat menangani total 15V. Jika sebuah rangkaian menerima 20V pada resistansi 5 ohm, jumlahnya berkurang menjadi 15V, yang menunjukkan rangkaian fungsional. Sebaliknya, jika, dalam situasi yang sama, tidak ada hambatan sebesar 5 ohm, rangkaian mungkin tidak berfungsi seperti yang diinginkan; sistemnya akhirnya membawa 20V, yang menyiratkan bahwa itu kelebihan beban.

3.2 RANGKAIAN RESISTIF

Rangkaian resistif adalah jenis rangkaian yang hanya terdiri dari serangkaian resistor untuk melengkapi kombinasi sumber arus dan tegangan listrik. Jika dilihat dalam grafik, terlihat bahwa bentuk gelombang daya selalu positif; itu menunjukkan daya dalam rangkaian selalu hilang, dan tidak pernah dikembalikan ke sumber aslinya. Penting untuk dicatat bahwa frekuensi daya dalam rangkaian tidak boleh sama dengan frekuensi arus dan tegangan listrik.



Gambar 3.1 Dalam rangkaian resistif, tegangan dapat dengan mudah dipantau

$$I = \frac{V}{R_S + R_L}$$

Keterangan: I = arus total
 V = Tegangan
 R_S = Sumber Resistansi
 R_L = Beban Resistansi

Jika memungkinkan, frekuensi daya harus dua kali lebih tinggi dari arus dan tegangan listrik. Distribusi frekuensi yang tidak sama ini memberikan perubahan konstan dalam suatu sistem. Karena terdiri dari resistor dan tidak termasuk transistor dan kapasitor, rangkaian resistif lebih mudah untuk dianalisis. Memahami aliran listrik di dalam rangkaian (baik dalam sistem AC atau DC) membutuhkan teknik langsung. Oleh karena itu, menentukan aliran arus dalam rangkaian resistif itu sederhana; dengan mengikuti rumus, menghitung angka itu mudah.

3.3 JENIS RESISTANSI

Resistansi diklasifikasikan menurut jenis resistivitas yang dapat dikandungnya, bersama dengan jumlah resistansi yang dapat dibawa oleh rangkaian. Hal ini memungkinkan kesempatan untuk kekuatan lawan untuk dinilai, terlepas dari resistivitasnya. Seperti yang dapat dibuktikan oleh insinyur listrik profesional, tidak setiap komponen rangkaian yang menghasilkan resistansi memenuhi aturan, khususnya, Hukum Ohm.

Jenis resistensi:

1. Resistansi diferensial - ini adalah turunan resistansi dari tegangan dalam cahaya dengan arus listrik; juga disebut sebagai resistansi tambahan, resistansi sinyal kecil, atau resistansi dinamis, konsepnya bertanggung jawab untuk osilator dan amplifier
2. Resistansi statis – ini adalah resistansi yang sesuai dengan definisi tipikal resistansi; itu juga disebut resistensi chordal atau resistensi DC

3.4 RESISTANSI VS. KONDUKTANSI

Sirkuit rata-rata dilengkapi dengan resistansi dan konduktansi, yang memberikan keseimbangan pada aliran listrik dalam sistem sirkuit. Sementara yang pertama mengacu pada oposisi, konduktansi menggambarkan jumlah arus yang diubah menjadi daya yang berputar di sekitar titik yang berbeda. Konduktansi juga mencakup kemampuan komponen rangkaian untuk menghantarkan listrik. Dan, untuk memperjelas kemampuan lawannya untuk melawan aliran, ia membahas masalah kenyamanan listrik untuk melewati serangkaian titik dalam sebuah sirkuit. Dengan resistansi dan konduktansi dalam sistem, rangkaian dapat berfungsi sesuai keinginan.

3.5 PERHITUNGAN RESISTANSI

Agar arus listrik mengalir dengan lancar dalam suatu sistem, tingkat hambatan harus ada. Dan, karena tidak semua sirkuit memiliki desain yang serupa, tingkat resistansinya

bervariasi. Untuk menghitung resistansi rangkaian tertentu, pertama, Anda perlu menentukan jenisnya, dan juga nilai yang diberikan.

Empat cara:

#1 – Perhitungan hambatan untuk rangkaian seri

Rumusnya:

$$\text{Resistansi} = {}_1R + {}_2R + {}_3R + {}_4R$$

#2 – Perhitungan resistansi berdasarkan voltase & daya

**representasi: tegangan total; PT = daya total

Rumusnya:

$$\text{Resistansi} = VT^2 \div PT^2$$

#3 – Perhitungan resistansi berdasarkan tegangan & arus

**representasi: VT = tegangan total; IT = arus total

Rumusnya:

$$\text{Resistansi} = VT \div IT$$

4 – Perhitungan resistansi menurut daya & arus

**representasi: PT = total daya; IT = arus total

Rumusnya:

$$\text{Resistansi} = PT \div IT$$

3.6 RESISTANSI LEMBARAN?

Resistansi lembaran mengacu pada pengukuran resistansi dalam lembaran tipis di komponen rangkaian. Ini dapat digunakan untuk menggambarkan resistansi dari rangkaian yang berbeda dan dapat menunjukkan perbedaan spesifik dalam rangkaian yang ukurannya bervariasi. Khususnya dalam hal produk komersial, topiknya dibahas untuk jaminan kualitas. Anda dapat melihat resistansi lembaran sebagai jenis resistansi khusus karena menghasilkan nilai yang lebih spesifik. Biasanya, resistansi rata-rata dalam suatu rangkaian dinyatakan dalam ohm; resistansi lembaran dinyatakan dalam Ohm per persegi. Dalam kebanyakan kasus, resistansi lembaran digunakan untuk analisis rangkaian dengan konduktivitas seragam atau semi-konduktivitas. Aplikasi tipikal diperluas ke jaminan kualitas untuk sirkuit komersial.

3.7 PERAN IMPEDANSI & ADMITANSI

Seperti resistensi, impedansi dapat digambarkan sebagai oposisi di sirkuit; tidak seperti resistansi, bagaimanapun, ini mengacu pada kekuatan yang berlawanan dari rangkaian setelah penerapan tegangan. Ini hanya relevan untuk sistem atau sirkuit AC di mana arus searah tidak disuplai. Itu pada tahun 1893 ketika konsep impedansi awalnya diperkenalkan oleh insinyur Irlandia, Arthur Kenelly. Saat itu, itu dilambangkan dengan Z dan didefinisikan sebagai bilangan kompleks. Ketika datang ke istilah kuantitatif, impedansi mengacu pada rasio tegangan terhadap arus listrik dalam suatu rangkaian. Pengenalannya penting untuk pemula terutama jika mereka menggaruk-garuk kepala mengapa ada kekuatan lawan selain

perlawanan. Impedansi, seperti resistansi, dilengkapi dengan nilai. Dalam satu rangkaian terbuka, nilainya disajikan dalam ohm. Dalam hal rangkaian seri atau rangkaian paralel, nilainya dapat dihitung hanya dengan menambahkan semua nilai yang ditentukan di setiap unit.

Rumusnya:

$$\mathbf{TZ = Z_1 + Z_2 + Z_3 \dots Z_n}$$

Keterangan: TZ = total impedansi

Z₁ = impedansi pada komponen 1

Z₂ = impedansi pada komponen 2

Z₃ = impedansi pada komponen 3

Z₁₀ = impedansi pada komponen akhir rangkaian

Sementara itu, masuk adalah konsep relatif dalam rekayasa sirkuit. Ini membahas masalah bahwa di samping perbedaan besarnya arus listrik dan tegangan yang mengalir dalam suatu rangkaian, perbedaan fase perlu diberi cahaya juga. Dengan cara ini, beban maksimum dalam suatu sistem dapat dihitung dengan tepat.

Rumusnya:

$$\mathbf{TY = Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots Y_n}$$

Keterangan: TY = total penerimaan

Y₁ = masuk dalam komponen 1

Y₂ = masuk dalam komponen 2

Y₃ = masuk dalam komponen 3

Y_n = masuk dalam komponen akhir dari suatu rangkaian

BAB 4

MENGUKUR ARUS LISTRIK PADA RANGKAIAN

Pada bab sebelumnya, rumus untuk menghitung level resistansi rangkaian telah dibagikan. Namun, rumus untuk perhitungan seluruh beban dalam suatu rangkaian belum dibahas. Ini karena pentingnya menggunakan satuan pengukuran yang sesuai. Dalam beberapa kasus, terutama mereka yang masih dalam tahap awal rangkaian pembelajaran? Mereka tidak cukup berhati-hati dengan unit yang mereka pilih. Sebagai berikut, tidak hanya perlu menghitung aliran listrik suatu rangkaian; itu juga perlu untuk menghitung aliran sirkuit dengan benar.

4.1 SATUAN STANDAR

Di antara beberapa alasan untuk menggunakan satuan pengukuran standar adalah untuk indikasi pengukuran yang tepat dan untuk indikasi pengukuran yang disukai dalam suatu sistem. Unit-unit ini membawa keseragaman. Di sirkuit, satuan standar yang biasa Anda temui adalah V, W, I, dan P. Meskipun ada lebih banyak, mereka yang ingin menjelaskan aliran listrik sistem bergantung pada pengukuran ini; daripada memperkenalkan sekelompok, yang mungkin hanya membuat masalah lebih membingungkan, beberapa lebih disukai. Selain itu, tanpa unit seperti itu, memahami diskusi orang lain tentang sirkuit hampir tidak mungkin.

Satuan standar:

- Konduktansi – satuan pengukurannya adalah Siemen dengan simbol G Arus – satuan pengukurannya ampere dengan simbol I atau i Frekuensi – satuan pengukurannya adalah Hertz dengan simbol Hz Induktansi – satuan pengukurannya adalah Henry dengan simbol H atau L Daya – pengukurannya adalah watt dengan simbol W
- Resistansi – satuan pengukurannya adalah ohm dengan simbol R Tegangan – satuan pengukurannya adalah volt dengan simbol V atau E

4.2 ALTERNATIF YANG BIASA DIGUNAKAN

Selain satuan pengukuran standar, satuan lain diberi cahaya karena ini dapat memungkinkan ekspresi yang lebih jelas dari aliran listrik dalam suatu rangkaian. Terutama jika rangkaian dalam subjek berisi sistem yang agak rumit, akan sulit untuk sampai pada solusi yang pasti.

Unit lainnya:

- Frekuensi sudut – ini adalah unit pengukuran yang digunakan dalam rangkaian AC; itu adalah unit rotasi yang menggambarkan hubungan setidaknya 2 bentuk listrik dalam suatu rangkaian
- Desibel – ini adalah unit pengukuran yang mewakili penguatan baik arus, daya, atau tegangan; karena itu hanya sepersepuluh dari unit aslinya, Bel, itu terutama dicadangkan untuk menunjukkan jumlah yang sangat kecil

- Konstanta waktu – ini adalah unit pengukuran yang menggambarkan output dari nilai output minimum atau maksimum suatu rangkaian; di satu sisi, ini mengacu pada pengukuran waktu reaksi
- Watt-jam – ini adalah unit pengukuran yang menggambarkan konsumsi energi listrik selama periode waktu tertentu

4.3 SATUAN GAYA

Karena gaya dalam rangkaian merupakan konsep penting, disarankan agar satuan pengukuran tertentu disajikan dengan benar. Bahkan dalam fisika, ditegaskan kembali bahwa itu harus diberi label sesuai dengan kategori yang tepat. Satuan gaya atom dan elektrostatik:

- Hartrees
- Newton
- Tesla
- Coulomb
- Meter

BAB 5

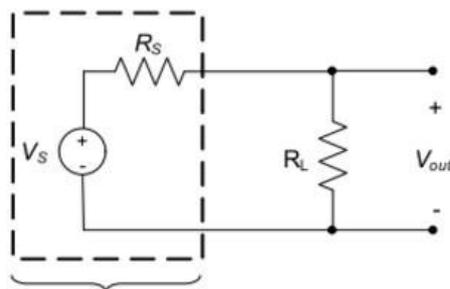
PERPINDAHAN DAYA MAKSIMAL

Akan ada contoh transfer daya di sirkuit. Agar listrik dapat melanjutkan alirannya yang lancar, sumber energi aslinya akan diganti dengan sumber energi internal. Dengan perubahan seperti itu (terutama dalam kasus rangkaian seri di mana daya harus mengalir terus menerus), penjelasan untuk pola sistemnya menjadi sangat menantang. Untuk pemula, cara yang bagus untuk memahami transfer daya dalam suatu rangkaian adalah dengan memahami transfer daya maksimum, bersama dengan konsep yang membahas topik tersebut. Sebagai berikut, dengan mendapatkan kejelasan tentang berapa banyak daya asli, serta berapa banyak daya yang dapat ditangani oleh rangkaian tertentu, Anda dapat melihat apakah transfer daya diperlukan atau hanya akan menyebabkan bebannya terganggu.

5.1 TRANSFER DAYA MAKSIMUM

Transfer daya maksimum, sebuah konsep yang diperkenalkan oleh Moritz von Jacobi sekitar tahun 1840-an, menyoroti gagasan bahwa untuk memperoleh daya eksternal maksimum, resistansi internal harus ada. Namun, transfer hanya dapat sempurna jika resistansi asli sama dengan daya potensial yang dapat dihasilkan oleh resistor internal. Akibatnya, transfer daya maksimum menghasilkan hasil yang menunjukkan transfer daya, dan bukan efisiensi; sementara peningkatan efisiensi dapat menjadi produk sampingan, itu bukan tujuan utama transfer daya maksimum. Ini menyiratkan bahwa meskipun persentase daya yang lebih tinggi dapat ditransfer, itu tidak mempengaruhi besarnya beban daya (yaitu sejauh mana hal itu dapat mempengaruhi sirkuit). Jika resistansi internal dimodifikasi untuk mengakomodasi nilai yang lebih tinggi dari nilai resistansi aslinya, peningkatan efisiensi dapat dicapai.

Selain itu, konsep transfer daya maksimum pada awalnya disalahpahami; subjek dari banyak argumen adalah efisiensi sirkuit yang berkurang dengan terjadinya transfer. Beberapa bersikeras bahwa karena daya potensial yang hilang selama pertukaran, sirkuit mungkin gagal mencapai efisiensi 100%. Sebagai penekanan dari sudut kelompok ini, ambil contoh kasus motor yang tenaganya ditransfer dari baterai; daya dalam situasi ini mungkin tidak dimaksimalkan, dan itu hanya akan terwujud seiring waktu ketika daya baterai telah dikonsumsi sepenuhnya.



Gambar 5.1 Teori daya maksimum menyatakan bahwa tugas mentransfer daya juga menghabiskan daya.

Adalah Thomas Edison, serta rekan-rekan ilmuwannya, Francis Robbins Upton, yang menentang bahwa transfer daya maksimum dan efisiensi hanya relatif; 2 konsep tidak satu dan sama. Bahkan, ada diskusi tentang efisiensi daya maksimum juga. Dalam pertukaran, Anda akan menemukan bahwa resistensi memainkan peran penting. Dengan menjelaskan argumen sebelumnya, Anda dapat menghitung kemampuan rangkaian untuk transfer daya maksimum, dalam kaitannya dengan efisiensi daya maksimum dengan rumus berikut:

$$\mathbf{MPT = RL \div (RL + RS)}$$

MPT sirkuit (atau transfer daya maksimum) dapat ditentukan dengan keterampilan aritmatika dasar. Pertama, bagi RL (atau Beban Resistansi) dengan jumlah RL dan RS (atau Sumber Resistansi).

5.2 TEORI THEVENIN

Teori Thevenin, dikonseptualisasikan oleh Hermann von Helmholtz dan Leon Charles Thevenin, membahas bahwa jika suatu rangkaian mengikuti jaringan linier, titik mana pun dapat diganti asalkan tetap membawa sumber arus, hambatan, dan tegangan. Di balik itu, idenya adalah untuk memasok yang setara. Awalnya, Teori Thevenin hanya dapat diterapkan pada rangkaian yang beroperasi dengan sistem DC; karena sistem DC agak sederhana, penggantian komponennya dengan yang setara dimungkinkan. Akhirnya, bagaimanapun, kemampuannya untuk menangani beban dalam sistem non-linier ditemukan; itu dapat menawarkan solusi untuk sistem AC.

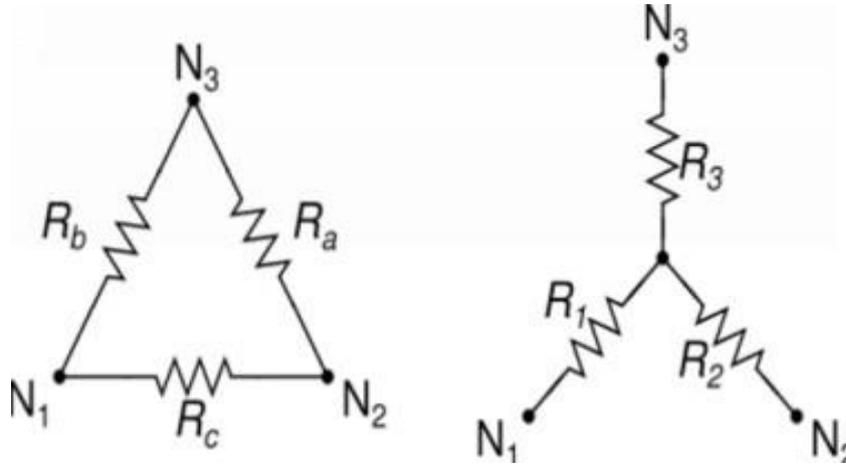
Selain itu, Teori Thevenin menekankan bahwa sirkuit rata-rata hanya dapat dianggap memiliki linier sesuai dengan rentang terbatas; itu hanya dapat digantikan oleh komponen dengan nilai di antara rentang. Teori Thevenin mengikuti bahwa disipasi daya dapat menghasilkan nilai unik, dan juga dapat menghasilkan nilai yang identik. Namun, hasilnya hanya dapat dicapai dengan daya yang dipasok oleh resistor eksternal.

5.3 TRANSFORMASI STAR DELTA

Transformasi Star Delta berkuat pada gagasan bahwa sistem sirkuit dapat berubah dari satu fase ke fase lainnya. Misalnya, jika sumber daya rangkaian diubah, kemampuannya membawa daya dari satu titik ke titik berikutnya juga berubah. Apalagi jika ada 3 cabang dalam sistem rangkaian, daya yang bersirkulasi diketahui membentuk loop tertutup. Transformasi Star Delta mengacu pada 2 jenis transformasi sirkuit. Transformasi sirkuit pertama adalah transformasi bintang, yang dapat digambarkan dengan formasi "Y"; transformasi sirkuit kedua adalah transformasi delta, yang dapat digambarkan dengan pola segitiga.

Selain itu, Transformasi Star-Delta menggambarkan jaringan sirkuit 3 fase, yang dapat menjelaskan transfer daya antara 3 jaringan ini. Ini memungkinkan konversi impedansi yang terhubung satu sama lain. Dengan teori sebagai dasar, selain mendapatkan ruang lingkup yang jelas untuk analisis transfer daya, pemecahan berbagai masalah juga dapat diselesaikan; konsep ini berlaku untuk berbagai jenis rangkaian termasuk rangkaian seri, jaringan tipe jembatan, rangkaian resistif, dan rangkaian paralel. Transformasi Star-Delta dapat diubah

menjadi Transformasi Delta-Star. Dari bintang atau formasi Y, sirkuit menciptakan jaringan segitiga saat transisi tercapai.



Gambar 5.2 Transformasi Bintang-Delta atau Transformasi Delta-Bintang disebut juga dengan Transformasi Y- Δ atau Transformasi Δ -Y

Untuk transisi Transformasi Bintang-Delta ke Transformasi Delta-Bintang, harus diikuti rumus; ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa transformasi, bersama dengan perhitungan untuk resistansi total di semua 3 sirkuit, berhasil. Awalnya, tujuannya adalah untuk membandingkan jumlah daya dalam jaringan individu. Setelah daya di jaringan 1 telah diakui, lanjutkan untuk mengidentifikasi bobot yang dimiliki satu jaringan di seluruh formasi; salah satu cara untuk menentukan ini adalah dengan memutuskan seluruh jaringan dan mengamati operasi rangkaian.

Rumusnya:

$$\Delta R ({}_1N {}_2N) = cR \parallel ({}_AR + {}_BR)$$

Keterangan: ΔR = hambatan total dari transformasi

${}_1N$ = hambatan pada simpul 1

${}_2N$ = hambatan pada simpul 2

${}_AR$ = hambatan pada rangkaian A

${}_BR$ = hambatan pada rangkaian B

cR = hambatan pada rangkaian C

Versi sederhana dari rumus:

$$TR = {}_AR + {}_BR + cR$$

Keterangan TR = hambatan total

${}_AR$ = hambatan pada rangkaian A

${}_BR$ = hambatan pada rangkaian B

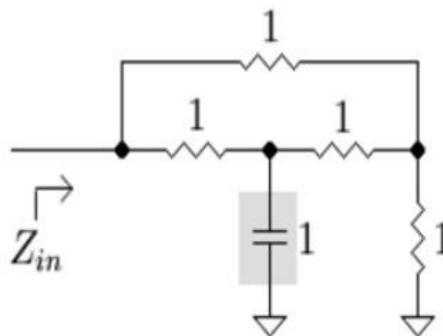
cR = hambatan pada rangkaian C

5.4 TEORI ELEMEN EKSTRA

Teknik analisis rangkaian yang dapat digunakan untuk penyederhanaan masalah yang rumit adalah Teori Elemen Ekstra; diusulkan oleh R.D. Middlebrook. Ide di baliknya adalah

untuk mengambil masalah yang kompleks, lalu membaginya menjadi bagian-bagian kecil; masing-masing bagian kecil akan dibahas. Oleh karena itu, setiap sirkuit memiliki fungsi transfer dan titik penggerak; proses menganalisis rangkaian, oleh karena itu, dapat menjadi lebih mudah jika elemen-elemen tersebut di atas diidentifikasi terlebih dahulu.

Dalam Teori Elemen Ekstra, tidak seperti teorema sirkuit lainnya, elemen seperti kapasitor atau resistor dapat dilepas sementara sehingga fungsi transfer atau titik penggerak dapat ditentukan. Karena ada komponen rangkaian yang dapat memperumit persamaan (terlepas dari seberapa integralnya dengan rangkaian), praktis untuk mengesampingkannya untuk sementara waktu; meskipun mereka mungkin bernilai bagi rangkaian secara keseluruhan, terbukti bahwa mereka tidak mempengaruhi perhitungan. Setelah tujuan awal tercapai, elemen dapat dikembalikan. Impedansi adalah istilah yang akrab dalam diskusi Teori Elemen Ekstra; itu dapat dianalisis dengan penggunaan teori. Dalam kasus tertentu, inputnya dapat ditentukan dalam jaringan yang diberikan bahwa elemen tambahan bergabung.



Gambar 5.6 Teori Elemen Ekstra (dalam kaitannya dengan impedansi input) mengusulkan penambahan elemen "ekstra" yang nilainya setara dengan elemen lainnya

Rumus untuk mencari impedansi adalah:

$$Z = 1 \div s$$

Keterangan: Z = impedansi
s = sumber

5.5 PENYEDERHANAAN SUMBER

Penyederhanaan Sumber, kadang-kadang disebut sebagai Transformasi Sumber, adalah proses mengubah arus listrik menjadi tegangan, atau tegangan menjadi arus listrik. Ini adalah teknik umum yang digunakan oleh banyak insinyur sirkuit untuk menjelaskan sistem sirkuit mereka secara sederhana.

Proses Penyederhanaan Sumber biasanya dimulai dengan sumber hambatan yang ada dalam suatu rangkaian; kemudian diganti dengan sumber arus listrik baru dengan tingkat hambatan yang sama. Karena ini adalah prosedur bilateral, satu dapat diturunkan untuk menghasilkan hasil dari yang lain. Itu memberi jalan untuk penyesuaian tegangan karena secara bertahap menjadi setara dengan resistansi sirkuit tertentu.

Selain itu, Penyederhanaan Sumber dapat dimulai dengan resistansi yang ada, tetapi tidak terbatas pada akomodasi rangkaian resistif. Artinya proses tersebut dapat dilakukan pada rangkaian yang melibatkan induktor dan kapasitor.

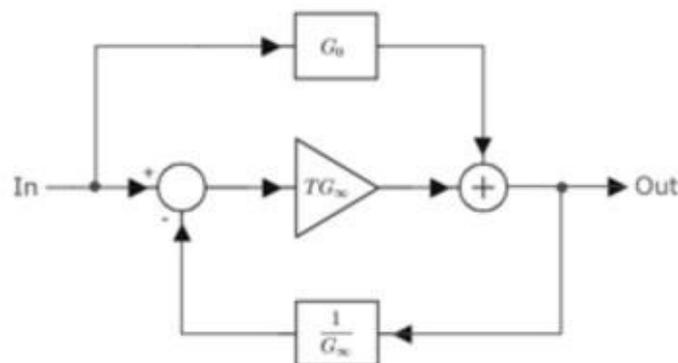
5.6 METODE ROSENSTARK

Metode Rosenstark, kadang-kadang disebut Model Penguatan Asimtotik, adalah subjek penting lainnya yang berkaitan dengan transfer daya. Mengingat rasio pengembalian, ini berfungsi sebagai representasi keuntungan negatif dari penguat umpan balik. Karena menyediakan bentuk analisis rangkaian yang intuitif, ia memperkenalkan kumpulan elemen baru seperti rasio pengembalian dan keuntungan asimtotik.

Rumus Rosenstark:

$$\text{Metode Rosenstark} = \{G_0 + [T \div (T + 1)]\} + \{G_\infty + [T \div (T + 1)]\}$$

Keterangan: G_0 = 0 keuntungan asimtotik
 G_∞ = gain asimtotik tak terbatas
 T = rasio pengembalian



Gambar 5.7 Metode Rosenstark berfungsi sebagai representasi dasar dari transfer daya dalam suatu rangkaian

Fitur terbaik dari Metode Rosenstark:

- Diasumsikan bahwa transmisi langsung kecil dan dapat disamakan dengan keuntungan asimtotik
- Mencirikan sifat bilateral dan penguat umpan balik Mengidentifikasi (melalui pemeriksaan menyeluruh) elemen rangkaian pasif

Langkah:

1. Pilih sumber dalam sistem sirkuit; sebaiknya, pilih sumber yang bergantung.
2. Tentukan rasio pengembalian sumber.
3. Identifikasi G_∞ .
4. Identifikasi G_0 .
5. Gunakan rumus Rosenstark dan nilai penggantinya.

BAB 6

HUKUM DALAM RANGKAIAN LISTRIK

Kalau dipikir-pikir, analisis rangkaian adalah salah satu cabang luas dari teknik elektro. Ini mencakup dasar-dasar sirkuit dan konsumsi daya; itu juga mencakup aspek luas dari topik seperti pengoperasian seluruh jaringan listrik. Tanpa undang-undang tentang bagaimana arus listrik didistribusikan di dalam komponen rangkaian, ada risiko diskusi yang tidak jelas tentang analisis mendasar dan mendalam; tanpa mereka, panduan yang dapat memecah komponen yang panjang tidak ada. Bagi pemula, khususnya, ini penting karena memberikan kesempatan untuk memahami fungsi sirkuit dan bahkan setiap bagiannya. Itu tetap setia pada gagasan bahwa untuk penyelesaian masalah besar, melihatnya seperti potongan-potongan kecil adalah kesempatan untuk menaklukkan kesulitannya.

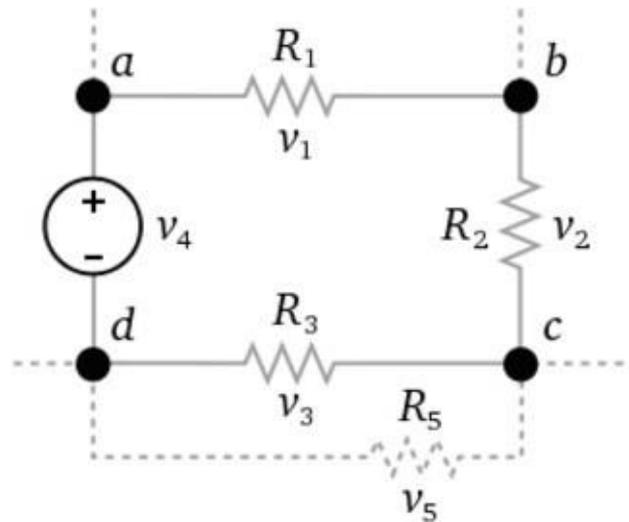
6.1 HUKUM KIRCHHOFF

Hukum Kirchhoff terdiri dari 2 persamaan yang membahas tentang kekekalan muatan dan energi. Mereka awalnya diperkenalkan pada tahun 1845 oleh Gustav Kirchhoff sebagai sarana untuk menentukan konsumsi daya rangkaian, serta parameternya. Dalam beberapa diskusi, Hukum Kirchhoff mungkin tidak terlalu penting karena diturunkan dari karya fisikawan Skotlandia, James Maxwell; karena berasal dari karya orang lain, dikatakan bahwa seorang insinyur sirkuit sebaiknya menggunakan karya asli sebagai dasar. Namun, ini adalah seperangkat hukum yang terutama berfokus pada operasi sirkuit tertutup; karya sebelumnya yang diambil tidak menekankan pada sirkuit tertutup, dan agak deskriptif sirkuit generik.

Selain itu, Hukum Kirchhoff bersyarat. Ini mungkin berguna dalam menggambarkan muatan dan konservasi energi untuk elemen rangkaian yang berbeda, tetapi hanya dapat menghasilkan perkiraan; itu juga memerlukan faktor-faktor tertentu seperti perubahan arus listrik, tegangan, dan hambatan. Hukum Kirchhoff sebenarnya adalah istilah umum.

Untuk lebih spesifik, ini membahas 2 mata pelajaran: arus dan tegangan. Ia mengakui semua sirkuit, terlepas dari kerumitannya. Untuk memperkuat argumennya dalam kekekalan muatan dan energi, salah satu Hukum Kirchhoff, KCL (atau Hukum Arus Kirchhoff), menyatakan bahwa arus listrik dalam jaringan yang saling berhubungan adalah relatif. Dan, untuk menegaskan maksudnya, Gustav Kirchhoff berpendapat bahwa jumlah aljabar dari arus listrik dalam jaringan gabungan adalah 0.

Hukum Kirchhoff lain yang melengkapi KCL adalah KVL (atau Hukum Tegangan Kirchhoff). Dasarnya adalah pada hukum umum tentang konservasi energi yang mendefinisikan tegangan sebagai energi per satuan muatan. Sama seperti hukum sebelumnya, Gustav Kirchhoff mengatakan bahwa dalam jaringan tertutup, jumlah aljabar tegangan listrik dalam jaringan gabungan adalah 0.

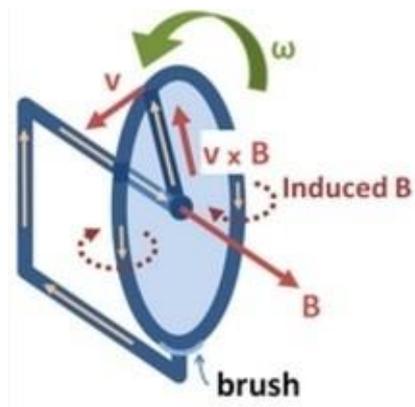


Gambar 6.1 Menurut KVL, menambahkan semua tegangan dalam rangkaian menghasilkan 0

6.2 HUKUM INDUKSI

Hukum Induksi oleh Michael Faraday adalah hukum dasar yang berputar di sekitar bidang sirkuit dan elemen-elemen yang mungkin yang tunduk pada interaksi akhirnya. Ini membawa aspek kualitatif dan kuantitatif, dan mengusulkan bahwa hanya dengan adanya sumber induktor yang tak terbatas, sirkuit dapat mempertahankan kemampuan induktifnya. Sayangnya, tidak semua insinyur dan ilmuwan sirkuit bersatu dengan Michael Faraday dan Hukum Induksinya. Dikatakan bahwa meskipun beberapa hal benar, terutama di mana loop kawat yang bersangkutan, dapat menghasilkan hasil yang salah jika digunakan secara ekstensif; itu hanya dapat menangani bidang tertentu dan biasanya kecil secara sewenang-wenang. Sebenarnya, contoh tandingan telah disajikan sebelumnya.

Contoh tandingan dari Hukum Induksi Faraday adalah kasus yang melibatkan generator cakram listrik. Karena medan magnetnya sendiri, ia dapat berputar melingkar pada kecepatan sudut tertentu; itu dapat menyelesaikan rotasi dan dalam prosesnya, menginduksi listrik dengan mendistribusikannya ke area lain (di dalam sirkuit). Dapat disimpulkan bahwa meskipun bentuk rangkaian tetap konstan selama periode waktu tertentu dan meskipun dapat menginduksi listrik, metode distributifnya membuatnya kehilangan kemampuan induktif.



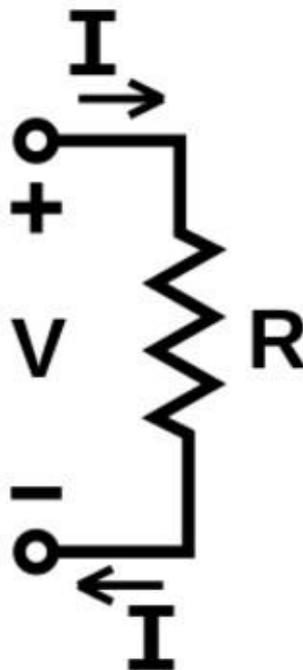
Gambar 6.2 Sebuah generator cakram listrik menginduksi listrik sampai siklus selesai di sikat bawah objek.

Hukum Induksi Faraday mungkin telah dicatat untuk kekurangan tertentu, tetapi itu adalah hukum yang memungkinkan konsepsi hukum penting lainnya (tidak semuanya dalam bidang rekayasa sirkuit). Hukum penting yang didasarkan pada gagasan Michael Faraday adalah Relativitas Khusus Albert Einstein.

6.3 HUKUM OHM & KONDUKTIVITAS

Hukum Ohm, dinamai ilmuwan Jerman, Georg Simon Ohm, adalah hukum kuat yang menggambarkan hambatan dan arus listrik dalam suatu rangkaian, serta perbedaan potensial mereka. Secara khusus, ini menyoroiti 2 poin, kemudian, subjek mereka untuk analisis lebih lanjut. Akibatnya, hubungan antara Titik A dan Titik B akan menunjukkan masing-masing sifat mereka sebagai komponen individu. Di ambang mempelajari konsep-konsepnya, Anda akan sadar bahwa Hukum Ohm adalah masalah empiris. Setelah pengamatan dengan rentang skala panjang yang berbeda, diusulkan bahwa itu akan gagal jika menyangkut kabel kecil; Namun, ini terbukti hanya asumsi karena ditemukan bahwa itu dapat berfungsi terlepas dari ukuran kawat.

Karena merupakan persamaan dasar dalam rekayasa sirkuit, Hukum Ohm juga dapat diterapkan untuk penentuan konduktivitas logam; dapat diandalkan dalam memahami aliran listrik dan aspek konduktif dalam komponen rangkaian. Berbagai bahan yang menggunakan prinsip Georg Ohm disebut sebagai ohmik.



Gambar 6.3 Georg Ohm mengatur parameter untuk hukumnya agar hanya memasukkan istilah umum di sirkuit

Dalam fisika listrik, Hukum Ohm penting dalam pengukuran kuantitatif dalam suatu rangkaian. Awalnya, ketika disajikan kepada ilmuwan Jerman, itu hanya diejek dan ditolak karena fakta bahwa itu bertentangan dengan pemahaman dasar tentang aliran listrik; itu diberhentikan sebagai "jaringan fantasi" dan lebih buruk lagi, Georg Ohm dijuluki sebagai

profesor sains "mewah tapi tak ternilai". Itu hanya sampai 1840 ketika mendapat pengakuan dan sekarang banyak digunakan hari ini.

Cara menghitung elemen dalam Hukum Ohm:

Rumus #1:

$$\text{Tegangan} = \text{Arus} * \text{Resistansi} (V = I * R)$$

Rumus #2:

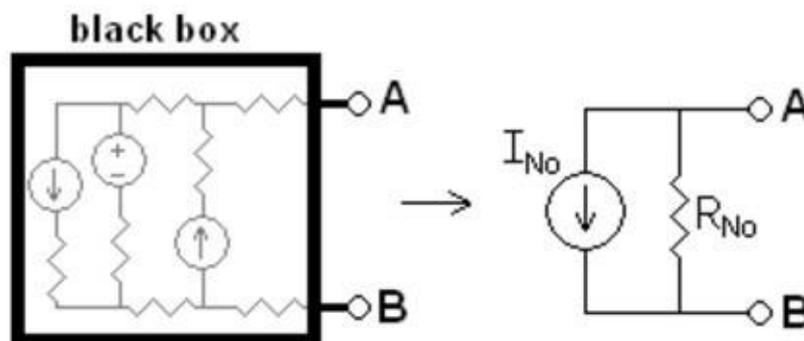
$$\text{Arus} = \text{Tegangan} \div \text{Hambatan} (I = V \div R)$$

Rumus # 3:

$$\text{Hambatan} = \text{Tegangan} \div \text{Arus} (R = V \div I)$$

6.4 TEOREMA NORTON

Edward Lawry Norton, seperti yang tersirat dalam Teorema Norton, mengusulkan bahwa dalam analisis rangkaian, setiap jaringan linier, asalkan memiliki sumber tegangan, arus listrik, dan hambatan, memiliki ekuivalen dalam jaringan ganda. Sistem tertentu mungkin unik, tetapi nilai yang dapat membuat model serupa dapat diperoleh. Untuk menemukan ekuivalen rangkaian menggunakan konsep Norton, nilai-nilai tertentu perlu diidentifikasi: tegangan, arus listrik, dan hambatan. Setelah ada sumber yang jelas, Anda dapat mulai merumuskan persamaan yang diperlukan. Namun, ketika sumber bergantung satu sama lain, arus listrik lain (dan harus dari sumber umum) perlu masuk ke gambar.



Gambar 6.4 Teorema Norton juga dikembangkan oleh Hands Ferdinand Mayer

Rumusnya:

$$TC_{AB} = \text{tegangan} \div (\text{TC di sirkuit A} + \text{TC di sirkuit B})$$

Keterangan: TC_{AB} = arus total pada rangkaian A dan rangkaian B

TC = arus total

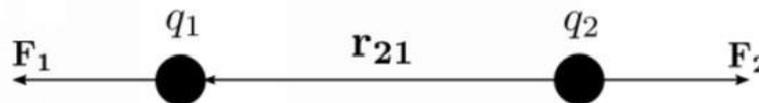
Selain itu, Teorema Norton menjelaskan fakta bahwa nilai untuk arus ekuivalen dan tegangan ekuivalen adalah nilai yang dapat diidentifikasi pada 2 terminal pertama rangkaian. Penting untuk dicatat, bagaimanapun, bahwa kasus seperti itu hanya mungkin jika semua komponen dalam rangkaian tersebut dihubungkan pendek. Jika komponen tidak dihubungkan

pendek, solusi praktisnya adalah mengganti sumber arus dan tegangan; arus dapat diganti dengan mengubah rangkaian menjadi rangkaian terbuka, dan tegangan dapat diganti dengan mengubah rangkaian menjadi hubung singkat.

6.5 HUKUM COULOMB

Salah satu hukum yang mengalami pengujian berat adalah hukum yang memberikan pentingnya hubungan elektrostatis dari semua elemen bermuatan dalam suatu rangkaian; hukum ini disebut Hukum Coulomb setelah ilmuwan, Charles Agustin de Coulomb. Ia berpendapat bahwa besarnya komponen sirkuit interaktif berbanding lurus dengan luas kuadrat antara jarak. Untuk menunjukkan suatu titik, itu menunjukkan bahwa gaya primer bekerja sepanjang garis lurus.

Selain itu, Hukum Coulomb mengharuskan penempatan elemen bermuatan dilakukan melalui satu media. Hal ini menyebabkan pengaturan untuk menghilangkan kemungkinan komplikasi.



Gambar 6.5 Penerapan Hukum Coulomb hanya berlaku jika komponen rangkaian adalah muatan titik

Untuk memudahkan mematuhi Hukum Coulomb, penentuan konstanta Coulomb direkomendasikan. Setelah nilai konstanta ditentukan, tidak hanya lebih mudah untuk mematuhi hukum yang disebutkan di atas, Anda juga memastikan bahwa perhitungan untuk arus listrik valid.

Rumusnya:

$$CC = 1 \div 4\pi \times \varepsilon_0$$

Keterangan: CC = Konstanta Coulomb
 ε_0 = konstanta listrik

BAB 7

ELEKTROMAGNETISME

Sepasang pengeras suara adalah contoh perangkat elektronik yang bekerja karena penempatan elemen rangkaian yang strategis. Itu, bersama dengan bagian integral yang disebut elektromagnet; komponen tersebut menyebabkan gangguan pada elemen rangkaian lainnya. Efeknya pada rekan-rekan mereka agak signifikan karena mereka cenderung membuat kerucut perangkat bergetar. Akibatnya, suara, dan dalam banyak kasus, suara berkualitas tinggi, dihasilkan. Untuk pemahaman yang lebih dalam tentang pengeras suara, Anda dapat menggunakan pelajaran elektromagnetisme.

7.1 PENGANTAR KONSEP ELEKTROMAGNETISME

Elektromagnetisme adalah cabang ilmu yang mempelajari listrik dan magnet. Oleh karena itu, di mana ada medan listrik, di situ juga ada medan magnet. Ini awalnya diperkenalkan dan dikembangkan oleh Hans Christian Orsted. Pada tahun 1802, seorang sarjana Italia bernama Gian Domenico Romagnosi juga meneliti bidang tersebut. Dalam sirkuit, memahami konsep di balik elektromagnetisme adalah penting karena kemungkinan reaksi elektromagnetik yang kuat dari komponen sirkuit. Oleh karena itu, EMF (atau gaya elektromagnetik) dari rangkaian apa pun memainkan peran utama dalam penentuan sifat internal.

Bab V, Transfer Daya Maks, dan Bab VI, Hukum, Hukum & Hukum Lainnya, berisi diskusi berbeda tentang mentransfer arus dan tegangan listrik. Dalam elektromagnetisme, lebih banyak diskusi tentang transfer akan ditangani. Namun, kali ini, fokusnya adalah pada elemen bermuatan dalam rangkaian (baik bermuatan negatif maupun positif), serta responsnya saat terkena gerakan.

Prinsip utama elektromagnetisme:

- Arah medan magnet menentukan arah arus dalam rangkaian
- Arus listrik konduktor menciptakan medan magnet; formasi tergantung pada arah konduktor, tetapi selalu berbentuk lingkaran yang sesuai
- Kutub magnet unsur bermuatan selalu berpasangan; satu kutub dalam pasangan harus berbanding terbalik dengan yang lain
- Elemen bermuatan dapat menarik atau menolak; unsur-unsur dengan muatan yang berbeda menarik satu sama lain, sedangkan unsur-unsur dengan muatan yang sama menghindari kontak
- Arus listrik dapat diinduksi ketika dipindahkan atau menuju medan magnet

7.2 CARL FRIEDRICH GAUSS

Seorang individu terkemuka di bidang elektromagnetisme adalah Carl Friedrich Gauss. Dia adalah seorang matematikawan Jerman yang menyusun konsep elektromagnetisme kritis

dalam bentuk hukum yang disebut Hukum Gauss. Menurutnya, untuk menentukan relevansi distribusi muatan listrik, medan listrik rangkaian secara keseluruhan harus dievaluasi.

Hukum Gauss memungkinkan ekspresi matematis dengan penggunaan kalkulus integral dan diferensial, lebih disukai dalam bentuk vektor. Untuk pemula di sirkuit, teknik demonstrasi tertentu disarankan karena memberikan perspektif yang jelas tentang konsep elektromagnetisme.

Rumus integral:

$$\mathbf{E} = \mathbf{Q} \div \epsilon_0$$

Keterangan: Φ_E = medan listrik
 ϵ_0 = konstanta listrik
 Q = total muatan listrik

Rumus diferensial:

$$\nabla \times \mathbf{E} = \mathbf{p} \div \epsilon_0$$

Keterangan: ∇ = divergensi medan listrik
 E = bagian lain dari divergensi medan listrik
 p = kerapatan muatan listrik
 ϵ_0 = konstanta listrik

7.3 RUMUS UTAMA DALAM ELEKTROMAGNETISME

Dalam medan elektromagnetik sirkuit, penting untuk diingat bahwa elemen bermuatan cenderung bergerak secara radikal; terkadang, memprediksi arah aliran listrik hampir tidak mungkin. Sementara yang lain bergerak dalam jaringan non-linier, banyak muatan mematuhi aturan superposisi karena mereka mengikuti jalur linier. Dengan menggunakan hukum-hukum tertentu sebagai dasar, hubungan antara unsur-unsur bermuatan dapat dievaluasi.

4 hukum:

1. Hukum Ampere – hukum penting yang penerapannya mencakup contoh medan magnet yang bergerak; khususnya, ini diterapkan dalam situasi yang melibatkan kabel pembawa arus

Rumusnya:

$$\int \mathbf{B} \times \mathbf{DL} = \mu_0 \mathbf{X} \mathbf{I}$$

Keterangan: B = medan elektromagnetik
 DL = elemen diferensial arus listrik
 μ_0 = permeabilitas ruang 0
 I = arus listrik pada rangkaian tertutup

2. Hukum Biot-Savart – hukum yang digunakan untuk menghitung arus tunak dalam medan elektromagnetik; persyaratan adalah variabel waktu yang konstan, serta muatan yang tidak bertambah atau berkurang

Rumusnya:

$$\mathbf{B} = \int (\mu_0 \mathbf{I} \times \mathbf{r}) \div 4\pi R^2$$

Keterangan: B = medan elektromagnetik di luar sirkuit

μ_0 = permeabilitas ruang 0

I = arus listrik pada rangkaian tertutup

R = jarak dari medan elektromagnetik

3. Hukum Faraday – seperti hukum induksi [Michael Faraday], ini adalah hukum yang membahas gaya elektromagnetik yang diinduksi dari suatu objek; itu benar-benar berlaku untuk elemen bermuatan dalam sirkuit tertutup

Rumusnya:

$$\mathbf{IEMF} = - \mathbf{D}\phi \div \mathbf{DT}$$

Keterangan: IEMF = medan elektromagnetik terinduksi

$D\phi$ = perbedaan ruang

DT = perbedaan waktu

4. Gaya Lorentz – hukum yang menilai muatan titik karena medan elektromagnetik dan medan listrik

Rumusnya:

$$\mathbf{LF} = q [\mathbf{EMF} + (\mathbf{V} \times \mathbf{B})]$$

Keterangan: LF = Lorentz Force

q = jumlah muatan

EMF = medan elektromagnetik di dalam rangkaian

V = kecepatan

B = medan elektromagnetik di luar rangkaian

7.4 ELEKTRODINAMIKA & ELEKTRODINAMIKA KUANTUM

Sebelum tahun 1900-an, seorang ilmuwan bernama William Gilbert menyampaikan proposal tentang listrik dan magnetisme; menurutnya, meskipun kedua subjek dapat dilacak untuk menarik dan menolak objek dalam suatu rangkaian, listrik dan magnet adalah konsep yang berbeda. Kunci untuk memahami elektromagnetisme, oleh karena itu, adalah memahami istilah individu; khususnya, memahami relevansi dan perbedaannya.

Konflik mengenai elektromagnetisme adalah bahwa, meskipun menyetujui Relativitas Khusus Albert Einstein, hal itu bertentangan dengan beberapa aturan mekanika; itu hanya tergantung pada permeabilitas elektromagnetik dari 0 ruang. Oleh karena itu, dalam kasus kerangka bergerak, medan elektromagnetik mengalami transformasi untuk memasukkan ruang. Selain itu, semua fenomena elektromagnetik tercakup dalam mekanika kuantum. Hal ini membuat medan elektromagnetik dari suatu rangkaian bertanggung jawab atas fenomena fisik yang dapat diamati, terutama magnet dan listrik.

BAB 8

PAPAN RANGKAIAN

Apakah Anda akrab dengan Protoboard?

Protoboard adalah perangkat yang dapat digunakan untuk perakitan sirkuit; Dengan mereka, pegangan yang kuat untuk menghubungkan komponen dimungkinkan. Jika Anda bertanya-tanya bagaimana insinyur listrik dapat membuat sambungan listrik tanpa bahaya yang terkait? Nah, ada jawaban Anda. Dengan menggunakan protoboard, Anda dapat membuat model rangkaian kerja. Baik itu rangkaian dasar, rangkaian seri, atau rangkaian paralel, Anda dapat membuat untuk dianalisis oleh audiens.

8.1 PRINTED CIRCUIT BOARD

Printed Circuit Board (atau PCB) adalah perangkat yang memungkinkan konektivitas listrik bahkan di lingkungan "terbuka"; dalam sistem mereka, ada resistor, induktor, transformator, kapasitor, konduktor, dan semi-konduktor. Alat ini mendukung kepadatan komponen yang tinggi. Di satu sisi, papan sirkuit tercetak disebut sebagai sirkuit langsung. Karena papan sirkuit yang berfungsi bisa agak berisiko, terutama saat terkena lingkungan yang ekstrem, papan sirkuit tersebut dikemas sesuai dengan itu. Dalam kebanyakan kasus, perangkat ini dikenakan serangkaian prosedur pelapisan dan dicelupkan ke dalam akrilik, lilin, poliuretan, dan epoksi. Standar desain:

- Template dan dimensi kartu dirancang sesuai dengan peraturan sirkuit yang diperlukan
- Data Gerber yang diproduksi dihasilkan
- Desain direncanakan secara menyeluruh dengan bantuan alat EDA atau Electronic Design Automation
- Jejak untuk sinyal dialihkan
- Ketebalan tembaga dan ketebalan lapisan dievaluasi dengan hati-hati

8.2 PENGUJIAN PAPAN SIRKUIT

Untuk melihat apakah rangkaian berfungsi, tes tertentu dilakukan. Khususnya, ditentukan apakah itu berfungsi atau tidak dan dapat melakukan tugas yang diinginkan. Bersama dengan kapasitor, resistor, transformator, dan komponen lainnya, dianalisis untuk membuka dan pendek. Tujuan metode pengujian:

- Untuk mendeteksi kekurangan
- Untuk mendeteksi operasi bebas kesalahan dari masing-masing komponennya
- Untuk menentukan stabilitas sistem
- Untuk mengevaluasi apakah layak digunakan Untuk mengevaluasi masalah keamanan
- Untuk memverifikasi sistem pengujian

Contoh metode pengujian:

- Tes analog
- Tes kontak Tes kontak
- Tes kapasitor elektrolit Tes flash
- Tes digital bertenaga Tes singkat

8.3 MEMBUAT PROTOTIPE

Prototyping adalah kemampuan untuk menguji ide tertentu dengan menyiapkan model dari sirkuit lain yang dikembangkan. Terutama ketika sirkuit dalam subjek melibatkan sistem yang kompleks atau komponen yang mahal, prototipe awalnya dirancang. Jika pembuat sirkuit tidak yakin tentang bagaimana sirkuit tertentu akan berfungsi, taruhan terbaiknya adalah membuat prototipe. Dengan cara ini, dia dapat mengevaluasi ciptaannya dan melihat bagaimana hal itu dapat ditingkatkan. Jika tidak memberikan hasil yang diinginkan, ia dapat mengubah penempatan setiap komponennya hingga ia mencapai hasil yang diperlukan. Jika tidak, ia dapat melanjutkan ke proses pembuatan sirkuit yang sebenarnya.

8.4 BREADBOARD

Breadboard memungkinkan pembuatan prototipe sirkuit, itulah alasan mengapa alat ini ideal untuk pemula. Bread-boarding, oleh karena itu, adalah proses membuat prototipe sirkuit di papan agar menyerupai operasi sirkuit nyata. Sejarahnya dapat ditelusuri ke waktu para penggemar listrik akan menggunakan papan tempat memotong roti secara harfiah (yaitu papan yang digunakan untuk mengiris roti). Menurut para ahli, disarankan untuk mempelajari dan memahami papan roti sebelum membuat sirkuit pertama Anda. Disarankan untuk terbiasa dengan masing-masing komponennya, serta cara kerjanya. Komponen papan tempat Breadboard:

- Chips – ini adalah kaki yang keluar dari kedua sisi papan tempat memotong roti; komponen ini sangat cocok dan berfungsi sebagai konektor bagian yang berbeda
- Posting – ini adalah komponen yang memungkinkan koneksi dari sumber daya
- Rel daya – ini adalah strip baris logam vertikal yang berdekatan dengan terminal; melalui komponen ini, akses mudah ke sumber daya dapat disediakan
- Catu daya – ini adalah komponen yang memungkinkan penambahan berbagai tingkat arus dan tegangan listrik
- Terminal – ini adalah strip baris logam horizontal yang berdekatan dengan rel listrik; melalui komponen-komponen ini, kabel diizinkan untuk dimasukkan, kemudian, dipegang dengan utuh

8.5 KETERAMPILAN PENTING DALAM SIRKUIT

Setelah memahami papan roti, Anda hampir siap untuk beberapa pelajaran sirkuit langsung. Namun, pertama-tama, Anda harus mengadopsi seperangkat keterampilan tertentu; sementara papan roti sangat membantu, itu hanya latihan (misalnya, tidak ada

penyolderan yang terlibat). Karena Anda akan membuat sirkuit yang benar-benar berfungsi, inilah saatnya untuk mengotori tangan Anda.

keterampilan yang dibutuhkan dalam sirkuit:

1. Pengupasan (kawat) – ini adalah keterampilan yang mempromosikan sambungan listrik yang aman; itu melibatkan pengetahuan tentang berbagai jenis kabel, ketebalan kabel, dan bagaimana mempertahankan pegangan yang kokoh; karena paparan arus listrik adalah risiko, yang terbaik adalah memeriksa alat yang sesuai untuk kabel
2. Pengeboran – ini adalah keterampilan yang berfokus pada pengeboran yang benar (lubang) di sirkuit, kemudian memastikan bahwa sambungan listrik dapat tetap utuh; itu adalah proses yang lambat yang membutuhkan latihan dengan akurasi dan presisi
3. Cara menguji baterai – ini adalah keterampilan yang memerlukan pengujian kapasitas baterai; khususnya, ini melibatkan pengukuran beban saat ini di sirkuit terbuka dan pendek
4. Cara menggunakan lem tembak – ini adalah keterampilan yang memanfaatkan sifat konduktif lem; itu mengajarkan cara mengisolasi dan cara memasang lapisan semi-permanen; terutama ketika ada kebutuhan untuk memperkuat sambungan sirkuit, itu sangat berguna
5. Cara menggunakan lapisan listrik cair – ini adalah keterampilan yang berfokus pada kemampuan untuk menerapkan lapisan listrik cair di mana pita listrik konvensional cenderung gagal; itu memerlukan tindakan pencegahan karena sekitar 30% bagian dalam lapisan cair cukup mudah menguap

8.6 SOLDER

Solder adalah proses yang melibatkan (setidaknya) 2 logam (atau bahan konduktif); 2 logam bergabung dengan mengalir dan meleleh. Dalam industri sirkuit, ini adalah salah satu metode paling mendasar dalam pembuatan sirkuit; itu memungkinkan komponen independen untuk bekerja sebagai satu. Teknik penyolderan yang baik berkisar pada pengetahuan tentang jumlah panas yang diterapkan. Untuk penyolderan dasar, 361F adalah suhu yang perlu dipertimbangkan dan untuk penyolderan lanjutan, tujuannya adalah untuk mencapai suhu di suatu tempat antara 361F hingga 419F.

Dalam teknik metalurgi, istilah bernama fluks biasa digunakan; dalam rekayasa sirkuit, segera setelah proses pembuatan sirkuit dimulai, itu akan diperkenalkan juga. Ini adalah bahan pembersih dan bahan yang mengalir yang memfasilitasi proses penyolderan. Jika ada kotoran yang tidak terlihat (misalnya oli, kotoran, dll.), kotoran tersebut akan dihilangkan dengan tujuan tidak membahayakan integritas sirkuit. Selain itu, penting untuk dicatat bahwa dalam penyolderan, penerapan fluks yang tepat disarankan. Metode yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan sambungan. Kerusakan sistem (karena aplikasi fluks yang salah) mungkin tidak terlihat pada awalnya, tetapi secara bertahap, ia dapat menyebabkan korosi dan membuat rangkaian menjadi tidak berguna.

BAB 9

KEAMANAN YANG CUKUP

Pada hari yang cerah, cobalah keluar dari rumah Anda, lalu periksa sambungan listrik (kabel) dari satu pos ke pos lainnya. Kemungkinan besar, satu, dua, atau bahkan sekawanan burung sedang beristirahat dengan tenang di kabel listrik. Pernahkah Anda bertanya-tanya mengapa mereka tidak terkejut? Tidak, burung adalah makhluk normal; mereka tidak memiliki kekuatan ekstra-khusus. Di kepala mereka, mereka memahami bahwa tidak boleh menginjak jaringan listrik terbuka, yang merupakan salah satu hal yang perlu dibahas untuk pemula di bidang teknik sirkuit.

9.1 KURANGNYA KURSUS KEAHLIAN KELISTRIKAN

Sementara beberapa profesor teknik sirkuit mengajarkan cukup banyak pelajaran tentang keselamatan listrik, yang lain cukup tertinggal di area tersebut. Mereka menganggap bahwa pengetahuan praktis, serta "hati-hati" umum sudah cukup; karena pemula dalam teknik sirkuit sering terpapar perangkat listrik, tidak, pernyataan itu tidak akan memotongnya. Oleh karena itu, penting untuk menekankan perlunya berhati-hati terutama selama aktivitas pertama mereka. Kiat keselamatan listrik:

- Perlakukan setiap perangkat listrik seolah-olah arus listrik mengalir di dalamnya (terlepas dari apakah Anda mengetahui bahwa tidak ada)
- Soket yang kelebihan beban untuk papan sirkuit? Bukan ide yang baik Untuk memotong arus yang sedang berjalan, tambahkan arus sisa
- Selalu putuskan (dan tidak matikan saja) perangkat listrik saat bekerja pada suatu komponen
- Selalu matikan perangkat listrik jika tidak digunakan Periksa kondisi soket dan colokan secara berkala
- Berlatihlah dengan sangat hati-hati saat menangani cairan dan arus listrik Pastikan tangan Anda kering
- Hindari koneksi gurita (yaitu perangkat yang mengaktifkan banyak colokan atau soket)
- Jaga agar kabel dan kabel listrik tetap terselip dengan rapi
- Kenakan pakaian yang tepat saat membuat sirkuit; kenakan sarung tangan dan alas kaki non-konduktif dengan sol berinsulasi

9.2 PENTINGNYA PELATIHAN KELISTRIKAN

Pembelajaran langsung penting bagi pemula di sirkuit. Ini menjelaskan fakta bahwa dalam rekayasa sirkuit, ini lebih tentang kerja lapangan yang sebenarnya. Setelah konsep dipahami, yang terbaik adalah beralih ke pembuatan papan sirkuit fungsional. Masalah umum yang dihadapi oleh pemula? Tangan berkeringat. Bahkan di laboratorium ber-AC, ada orang yang harus berurusan dengan tangan yang berkeringat saat menangani sirkuit. Selain itu, mereka harus berurusan dengan kebutuhan untuk mempertahankan cengkeraman yang kuat

dan kokoh pada berbagai alat. Meskipun ini mungkin menjadi perhatian, itu adalah salah satu yang membutuhkan latihan.

9.3 ATURAN KESELAMATAN SIRKUIT 80-20

Di sirkuit, ada aturan yang berfokus pada pemasangan pemancar di area berbahaya untuk perangkat dengan sirkuit; itu disebut Aturan Keselamatan Sirkuit 80-20. Menurut aturan, dianjurkan untuk mengambil tindakan pencegahan ekstra ketika menangani bagian tertentu dari perangkat elektronik; ada beberapa bagian yang meningkatkan risiko sengatan listrik saat disentuh atau dipindahkan. Area berbahaya dari sirkuit (yang memerlukan tindakan pencegahan ekstra):

- Titik dengan impedansi tinggi
- Titik dengan resistensi tinggi
- Area dekat sumber tegangan
- Area dekat bukaan
- Area dengan elemen konduktif

9.4 MENGATASI MASALAH

Jika perangkat dengan sirkuit tidak berfungsi dengan benar, disarankan untuk mengevaluasinya. Sementara seorang pemula dapat menangani tugas pemeriksaan, seorang profesional di sirkuit adalah orang yang disarankan untuk menilai sistem. Karena seorang ahli sudah terbiasa dengan komponen sirkuit yang berbeda, dan dia tahu persis di mana mencari kemungkinan kesalahan, dia lebih memenuhi syarat untuk pekerjaan itu. Kiat pemecahan masalah:

- Tentukan apakah koneksi aman
- Tentukan apakah kabel terhubung dengan benar satu sama lain
- Periksa komponen sirkuit yang tampak tidak pada tempatnya
- Periksa komponen sirkuit yang ukurannya mungkin lebih besar

BAB 10

MULTIMETER

Alat penting dan sangat diperlukan dalam sirkuit adalah multimeter. Bayangkan sebuah situasi ketika proyek wilayah disajikan kepada Anda. Karena Anda diminta untuk merinci pengukuran yang akurat untuk arus listrik, tegangan, dan hambatannya, Anda pergi ke laboratorium peralatan terdekat untuk meminjam setumpuk perangkat untuk mendapatkan bantuan. Sekarang, bayangkan situasi yang sama, tetapi kali ini, Anda memiliki alat ini; daripada harus pergi ke laboratorium peralatan untuk meminjam setumpuk perangkat untuk mengukur arus, tegangan, dan hambatan listrik, Anda beralih ke alat itu. Kali ini, Anda memiliki multimeter.

Jika Anda tidak terbiasa dengan pengoperasian multimeter, biarkan itu menjadi pekerjaan pertama Anda sebelum membuat proyek sirkuit. Ini sebenarnya cukup mudah digunakan. Selama Anda memperhatikan instruksi, dan Anda mengetahui komponennya, batasan tertentu, dan teknik untuk memaksimalkan fungsinya, Anda sudah siap.

10.1 APA ITU MULTIMETER?

Multimeter, juga disebut multitester, Volt-Ohm milimeter, dan Volt-Ohm meter, adalah perangkat elektronik yang mengukur arus listrik dalam suatu rangkaian; itu mampu mengukur tegangan, resistansi, dan berbagai unit lain dalam sistem sirkuit. Untuk mengetahui cara menggunakan perangkat, penting untuk memahami setiap komponennya; jika Anda dapat memahami cara kerja komponen, Anda juga dapat memahami pengoperasian seluruh perangkat. Bagian dari multimeter:

1. Kenop pemilihan – memungkinkan pengguna untuk memilih pengaturan tertentu yang akan diukur
2. Pengukur tampilan – memungkinkan tampilan pembacaan yang diukur; itu dapat berisi hingga 4 digit, serta tanda negatif
3. Probe – ini dicolokkan ke multimeter yang dapat menafsirkan dan mengubah pengukuran dari perangkat menjadi multimeter; biasanya, ini datang dalam sepasang probe merah dan hitam

Jenis probe:

1. kait IC
2. Klip buaya
3. Uji probe

10.2 MULTIMETER DALAM PEKERJAAN

Tidak dapat disangkal, multimeter adalah salah satu alat yang paling berguna dalam sirkuit dan salah satu alat yang dapat membuat tugas membangun sirkuit menjadi mudah. Ini dapat digunakan untuk mengukur objek atau perangkat apa pun yang berisi sirkuit dan arus listrik. Menggunakannya, bagaimanapun, datang bagian yang sulit; Bahkan, di dunia sirkuit dan elektronika, ia mendapat predikat sebagai salah satu pekerjaan yang paling menantang.

Mungkin mudah untuk mendapatkan bacaan, tetapi mendapatkan bacaan yang akurat, kemudian menafsirkan bacaan adalah cerita lain. Cara menggunakan multimeter untuk mengukur (contoh dasar):

1. Siapkan baterai AAA.
2. Pasang probe hitam multimeter ke sisi negatif (yaitu sisi dengan "-") baterai AAA.
3. Pasang probe merah multimeter ke sisi positif baterai AAA.
4. Periksa pengukur tampilan; seperti yang direkomendasikan, periksa meteran dua kali.
5. Buat daftar bacaan dan mulai interpretasi.

10.3 RESOLUSI, AKURASI & IMPEDANSI MASUKAN

Bagian terkecil dari skala multimeter disebut resolusi. Ini bertanggung jawab untuk mencapai pembacaan dan interpretasi yang akurat. Dalam banyak jenis multimeter, terutama yang digital, dapat dikonfigurasi atau dikalibrasi. Dan, sesuai aturan, perangkat dengan resolusi rendah tidak memerlukan banyak waktu penyelesaian; perangkat dengan resolusi tinggi dapat memerlukan waktu pemrosesan yang menuntut.

Sementara itu, keakuratan multimeter mengacu pada kesalahan dalam pengukuran arus listrik, dibandingkan dengan pembacaan yang sempurna. Ini relatif terhadap resolusi perangkat karena resolusi mungkin tidak dikalibrasi sesuai jika tingkat akurasi absolut dipertanyakan. Oleh karena itu, untuk menentukan akurasi total multimeter, akurasi relatifnya harus ditambahkan ke akurasi absolutnya.

Rumus untuk perhitungan akurasi total:

$$TA = RA + AA$$

Keterangan: TA = akurasi total
 RA = akurasi relatif
 AA = akurasi absolut

Ketika berbicara tentang resolusi dan akurasi multimeter, impedansi input adalah serangkaian istilah yang perlu diakui juga. Ini karena ketidakmampuan perangkat untuk mencapai pembacaan yang akurat jika tidak diatur dengan benar. Khusus untuk pengukuran tegangan rangkaian, impedansi inputnya harus dikalibrasi tinggi (yaitu lebih tinggi dari tegangan rangkaian) agar operasi tetap lancar.

10.4 MASALAH KEAMANAN

Grup yang bertanggung jawab atas pembuatan multimeter, serta otoritas yang mempromosikan penggunaan yang aman dari perangkat tersebut telah menetapkan standar keselamatan. Hal ini untuk menekankan pentingnya penggunaan yang tepat dari alat-alat listrik. Meskipun metode penggunaannya cukup mudah, kebiasaan sembrono dapat menimbulkan masalah. Selain kemungkinan pembacaan yang tidak akurat, hal itu dapat membahayakan individu yang menangani perangkat. Kategori standar keamanan:

- Kategori 1 – berlaku untuk penggunaan multimeter, sirkuit, atau peralatan elektronik apa pun dengan jarak dekat sambungan utama

- Kategori 2 - berlaku untuk penggunaan multimeter, sirkuit, atau peralatan elektronik apa pun dengan jarak di suatu tempat di dekat fase pertama koneksi utama
- Kategori 3 – berlaku untuk penggunaan multimeter, sirkuit, atau peralatan elektronik apa pun dengan jarak dekat dengan beban yang dipasang secara permanen
- Kategori 4 - berlaku untuk penggunaan multimeter, sirkuit, atau peralatan elektronik apa pun dengan jarak dekat tingkat arus yang salah yang bisa sangat tinggi

BAB XI

RANGKAIAN DIY: PROYEK SEDERHANA

Saat Anda memasuki sirkuit, serta elektronik dan teknik listrik, Anda perlu meningkatkan permainan Anda dalam hal membangun item. Bukankah alasan utama mempelajari cabang teknik elektro untuk pembuatan sirkuit, kemudian, menggunakannya dengan baik? Jika proyek sirkuit pertama Anda tidak berjalan seperti yang diinginkan, cobalah untuk tidak mudah putus asa, dan sebaliknya, coba lagi. Tidak mendapatkan hasil yang Anda inginkan mungkin sedikit lebih rendah, tetapi pada akhirnya, kemungkinannya akan menguntungkan Anda; melihat kemunduran sebagai kesempatan untuk belajar. Jika hati Anda kacau, Anda akan segera memahami bagaimana segala sesuatunya dilakukan.

11.1 ALAT UMUM DALAM RANGKAIAN

Untuk membuat sirkuit, Anda dapat menggunakan hampir semua alat yang Anda temui; jika Anda menemukan peralatan yang akan membuat Anda menyelesaikan tugas lebih mudah, maka, mungkin Anda harus memasukkannya ke dalam gudang senjata Anda. Anda dapat menggunakan alat apa saja, ya, tetapi tidak disarankan untuk melakukannya. Yang terbaik adalah memilih set yang tepat (yaitu seperangkat alat dengan pegangan non-konduktif) agar tidak membahayakan keselamatan Anda.

Alat umum:

- Crimper
- Pemotong (misalnya pemotong kabel, pemotong listrik, dll.)
- Alat ekstraksi
- Lem tembak
- Pinset non-logam Tang
- Obeng Solder pistol
- Alat pembungkus kawat

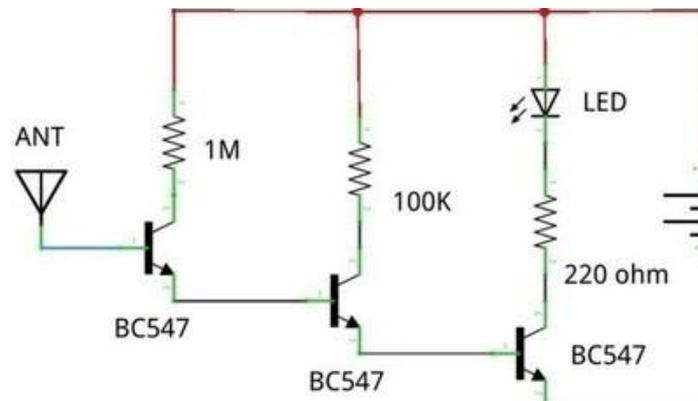
11.2 PROYEK SIRKUIT PEMULA

Membangun sirkuit pertama Anda bisa menjadi tantangan; karena Anda masih pemula, Anda mungkin akan membuat kesalahan. Mungkin sirkuit Anda tidak akan berfungsi seperti yang diinginkan, meskipun telah mengikuti pemahaman Anda tentang serangkaian prosedur. Dalam kasus seperti itu, di sinilah Anda harus mengubah pekerjaan Anda; rajin mencari tahu di mana Anda salah. Jika Anda tidak yakin dengan dampak tindakan Anda, jangan terlalu khawatir. Bagian yang penting adalah memulai; Anda bisa, kemudian, mencari tahu sisanya di sepanjang jalan.

7 proyek rangkaian mudah (berasal dari <http://www.instructables.com>):

- Proyek #1 – Penganalisis Listrik Statis
Penganalisis Listrik Statis dapat mendeteksi listrik statis terdekat; untuk menunjukkan adanya listrik statis, komponen LED-nya menyala. Selain detektor, dapat digunakan

untuk menganalisis listrik di sekitarnya. Ini adalah perangkat yang sangat sensitif karena bahkan dapat mendeteksi gerakan tangan di sekitar tanpa menyentuh antena.



Gambar 11.1 Rangkaian Penganalisis Listrik Statis

Bahan:

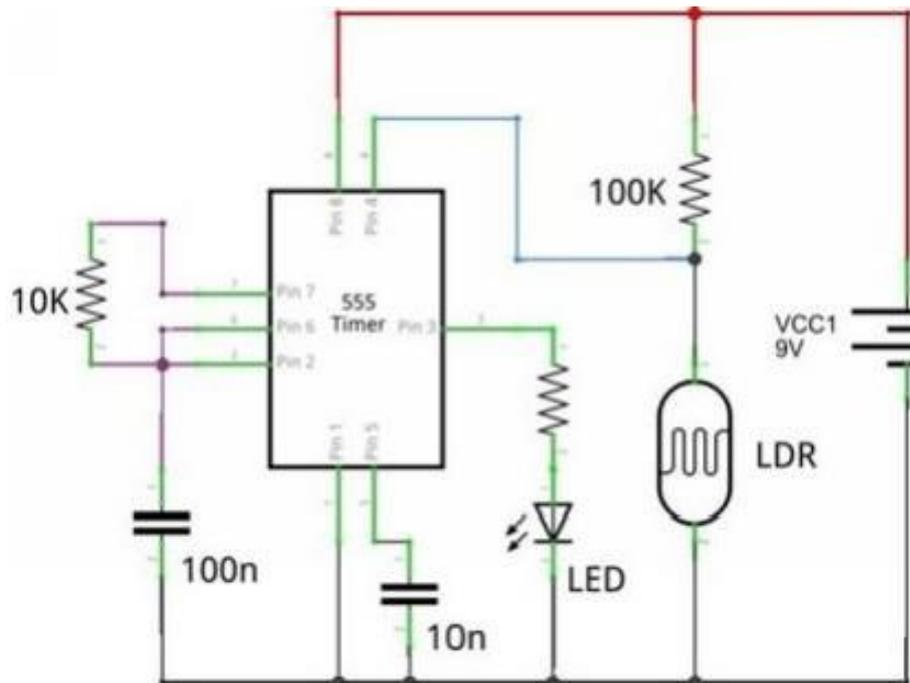
- Sekitar 10 buah kawat
- 1 buah LED
- 1 buah antena listrik statis
- 1 buah resistor 100K
- 1 buah resistor 1M
- 3 buah transistor 2n222

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Di sisi kiri papan sirkuit, sambungkan resistor 1M ke transistor 2n222.
2. Di sampingnya, pasang kabel, lalu pasang antena listrik statis.
3. Di bagian bawah, pasang kabel, lalu pasang transistor 2n222 lainnya; di sebelahnyanya, pasang kabel, dan akhirnya, pasang transistor 2n222 ketiga.
4. Letakkan resistor 100K bersebelahan dengan transistor 2n222 kedua.
5. Tempatkan LED berdekatan dengan resistor 2n222 ketiga.
6. Buat sambungan ke catu daya.

- **Proyek #2 – Lampu LED Gelap**

The Dark LED Light adalah proyek sirkuit yang dapat mendeteksi kegelapan. Oleh karena itu, ketika cahaya tidak mencukupi, timer IC disisipkan; akibatnya, output tinggi dihasilkan dan lampu LED akan menyala. Ide di baliknya mirip dengan lampu jalan yang otomatis menyala begitu mendeteksi bahwa hari sudah malam.



Gambar 11.2 Rangkaian Lampu LED Gelap

Bahan:

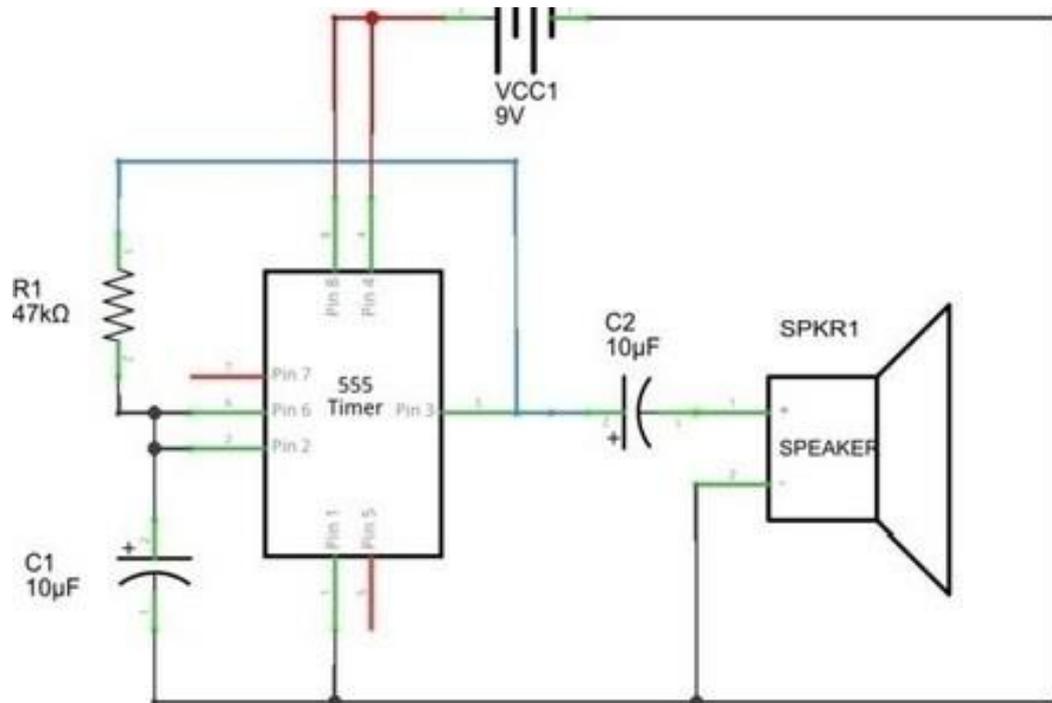
- Sekitar 10 buah kawat
- 1 buah LED
- 1 buah LDR
- 1 buah kapasitor 10nf
- 1 buah kapasitor 100nf
- 1 buah resistor 10K
- 1 buah resistor 100K
- 1 buah 555 IC timer

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Di atas LDR, pasang resistor 100K.
2. Di bagian bawah LDR, buat sambungan ke LED.
3. Di sebelah kiri LED, buat sambungan ke kapasitor 10nf.
4. Di sebelah kiri kapasitor 10nf, buat sambungan ke kapasitor 100nf.
5. Di sebelah kapasitor 100nf, buat koneksi ke resistor 10K.
6. Tempatkan timer IC 555 di antara semua koneksi; buat sambungan utama dengan menempelkan ujung lain dari LED, LDR, kapasitor, dan resistor ke timer IC 555 (langsung atau dengan kabel).
7. Buat sambungan ke catu daya.

- **Proyek # 3 – Bom Ticking**

Bom Ticking dimaksudkan untuk menciptakan suara berdetak yang menyerupai bom. Setelah dihidupkan, itu menghasilkan suara yang dapat disesuaikan, tetapi dimodifikasi menjadi 1 centang per detik.



Gambar 11.3 Rangkaian Bom Ticking

Bahan:

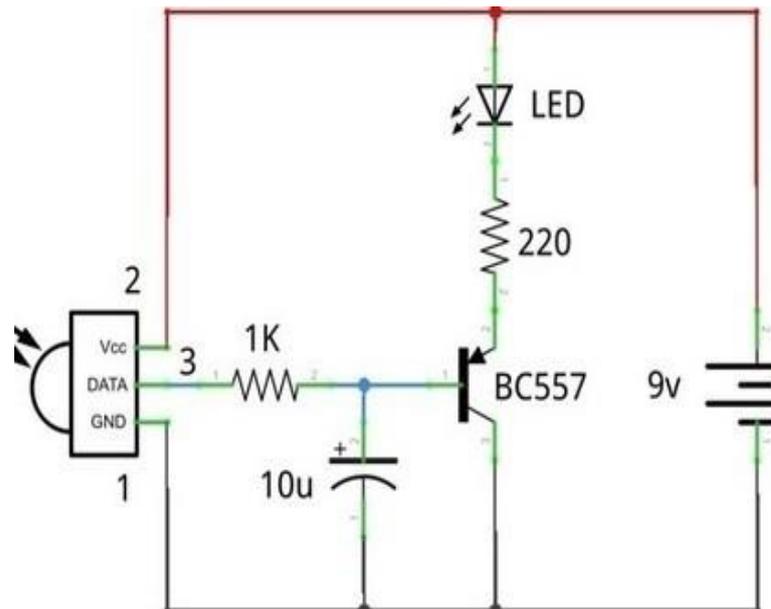
- Sekitar 10 buah kawat
- 2 buah kapasitor 10uf
- 1 buah 555 IC timer
- 1 buah resistor 47K
- 1 buah speaker 8 ohm

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Jadikan IC timer 555 sebagai komponen utama; di sebelah kirinya, buat sambungan ke resistor 47K.
2. Di bagian bawah, buat koneksi ke kapasitor 10uf pertama; kemudian, buat koneksi dari kapasitor 10uf ke resistor 47K.
3. Di sebelah kanan timer IC 555, buat koneksi ke kapasitor 10uf kedua.
4. Dari kapasitor 10uf kedua, buat koneksi ke speaker 8 ohm.
5. Buat sambungan ke catu daya.

- Proyek # 4 – Remote Tester,

Remote Tester, seperti namanya, adalah sirkuit yang memeriksa apakah remote control berfungsi atau tidak. Di balik itu, idenya difokuskan pada jumlah sinyal yang cukup yang diterima oleh penerima IR. Jika menerima sinyal yang cukup, LED menyala, yang berarti bahwa remote control tertentu berfungsi; sebaliknya, jika LED tetap apa adanya, ini merupakan indikasi adanya komponen yang rusak pada perangkat.



Gambar 11.4 Rangkaian Remote Tester,

Bahan:

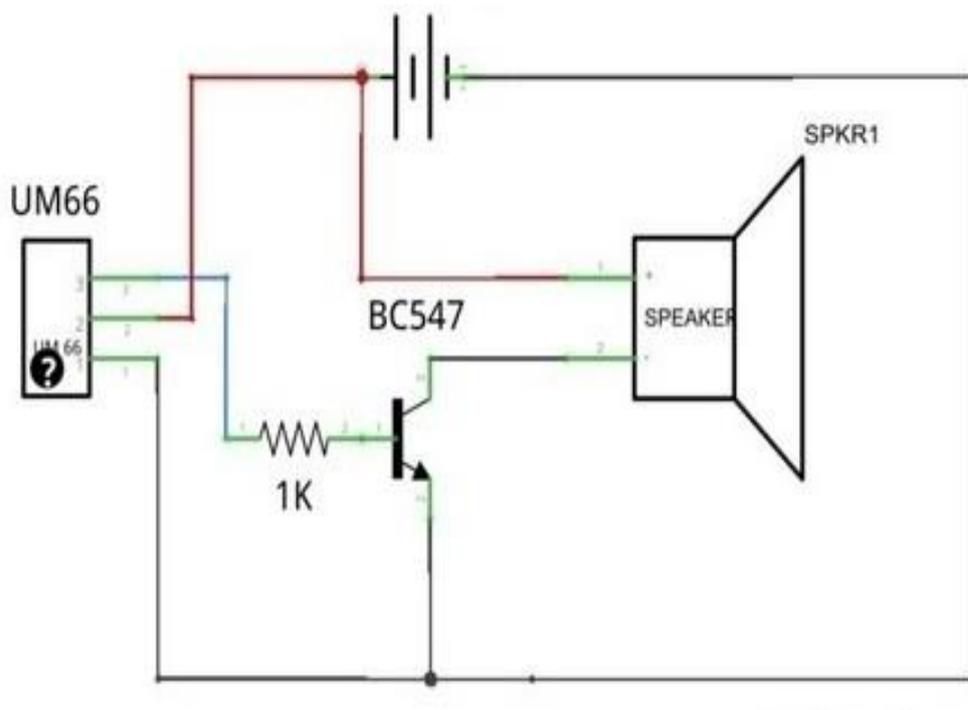
- Sekitar 10 buah kawat 1 buah LED
- 1 buah penerima IR
- 1 buah resistor 1K
- 1 buah transistor bc557
- 1 buah kapasitor 10uf

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Di atas transistor bc557, buat sambungan ke LED.
2. Berdekatan dengan transistor bc557 (ke kiri), buat jalur langsung ke resistor 1K, lalu ke penerima IR.
3. Di bagian bawah, buat koneksi ke kapasitor 10uf.
4. Hubungkan kapasitor 10uf (langsung atau dengan kabel) untuk menutup sambungan.
5. Buat sambungan ke catu daya.

- **Proyek # 5 – Eksperimen Lonceng**

The Bell Experiment adalah proyek dasar yang menghasilkan suara musik; hasilnya adalah perangkat yang mungkin mirip dengan bel pintu. Ia bekerja sesuai dengan masing-masing komponennya; jika resistor, transistor, dan IC dipicu, kelompok tersebut mengirimkan sinyal ke speaker, yang kemudian akan membuat suara.



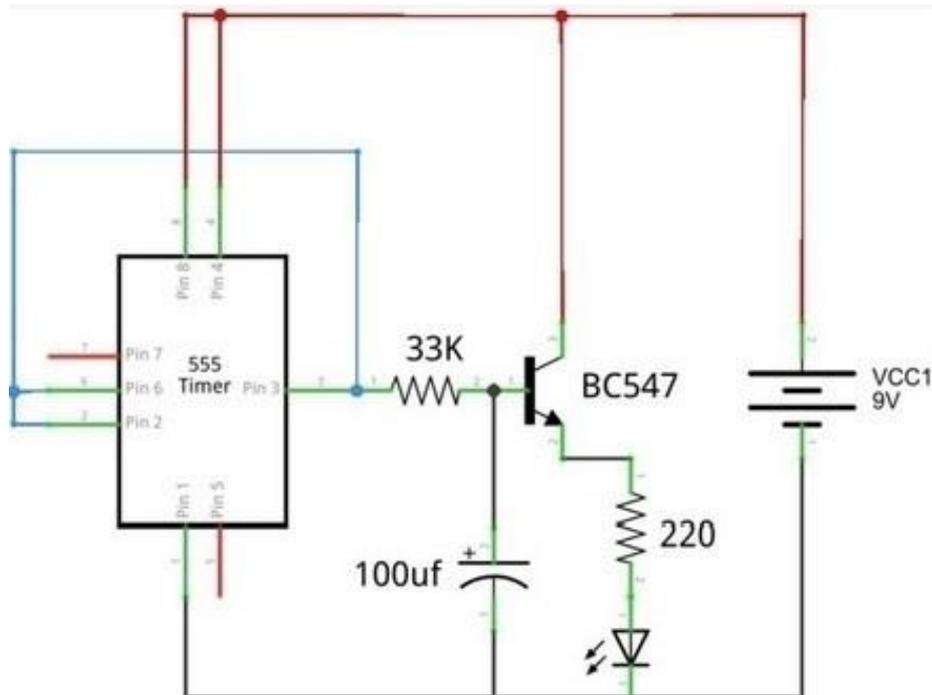
Gambar 11.5 Rangkaian Eksperimen Lonceng

Bahan:

- Sekitar 10 buah kawat
- 1 buah resistor 1K
- 1 buah 2n222 transistor
- 1 buah IC UM66
- 1 buah speaker 8 ohm

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Di salah satu ujung speaker 8 ohm, buat sambungan ke transistor 2n222.
 2. Di ujung lain, buat koneksi ke resistor 1K.
 3. Dari resistor 1K, buat koneksi ke IC UM66; pastikan UM66 sejajar dengan speaker 8 ohm.
 4. Hubungkan UM66 (langsung atau dengan kabel) ke transistor 2n222 untuk menutup rangkaian.
 5. Buat sambungan ke catu daya.
- **Proyek # 6 – LED That Fades**
LED That Fades adalah proyek yang menghasilkan dan terkadang, lampu berkedip. Ini beroperasi sesuai dengan kelemahan atau kekuatan sinyal yang ditafsirkan oleh masing-masing komponennya. Jika IC timer, transistor, resistor, dan kapasitornya menerima sinyal yang kuat; LED akan menyala; sebaliknya, jika mereka menerima sinyal lemah, cahaya mulai memudar. Jika sinyal yang dikirimkan tidak stabil (yaitu sinyal yang bergantian antara lemah atau kuat dalam beberapa menit), pola kedip akan muncul.



Gambar 11.6 Rangkaian LED That Fades

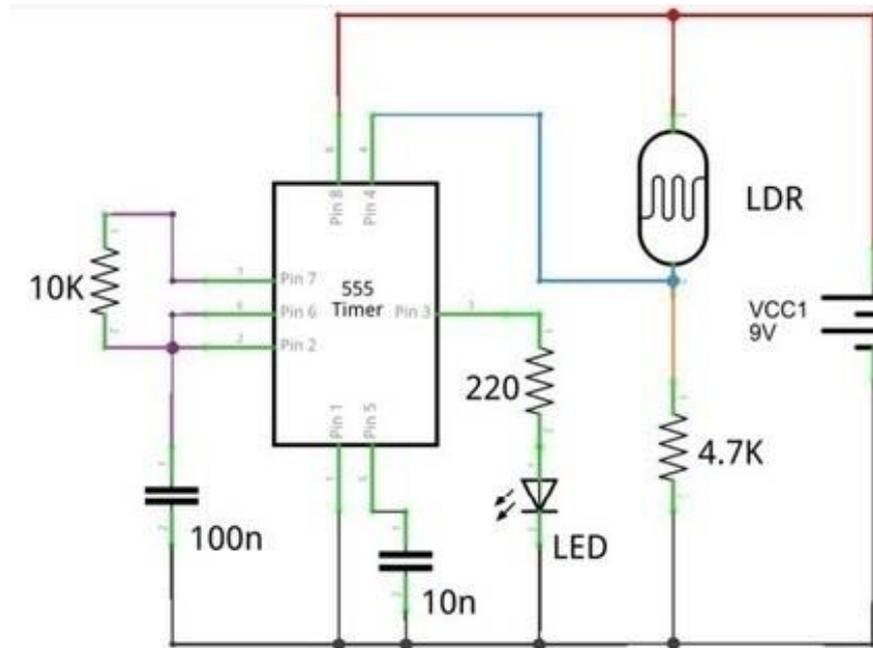
Bahan:

- Sekitar 10 buah kawat
- 1 buah LED
- 1 buah 555 IC timer
- 1 buah transistor bc547
- 1 buah resistor 33K
- 1 buah resistor 220 ohm
- 1 buah 100 uf kapasitor

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Ke bagian bawah transistor bc547, buat sambungan ke LED.
2. Sejajar dengan LED, buat koneksi ke kapasitor 100uf.
3. Di atas resistor 100uf 33K, buat sambungan ke resistor 220 ohm.
4. Di sebelah resistor 220 ohm, buat sambungan ke IC timer 555.
5. Buat koneksi di sekitar IC 555 timer untuk rangkaian tertutup.
6. Buat sambungan ke catu daya.

- **Proyek # 7 – LED dengan Lampu Aktif**
LED dengan Activated Light adalah proyek dasar untuk pemula dalam teknik sirkuit; itu dimaksudkan untuk pemahaman yang lebih jelas tentang konsep perlawanan. LED menyala dengan penerapan resistensi yang cukup; jika tingkat resistensi tidak mencukupi, lampu tidak akan diaktifkan.



Gambar 11.7 Rangkaian LED dengan Activated Light

Bahan:

- Sekitar 10 buah kawat 1 buah LED
- 1 buah LDR
- 1 buah kapasitor 10nf
- 1 buah 100nf kapasitor
- 1 buah resistor 10K
- 1 buah resistor 4.7K
- 1 buah 555 IC timer
- 1 buah resistor 220 ohm

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Ke bagian bawah LDR, buat sambungan ke resistor 4.7K.
2. Sejajar dengan koneksi resistor 4.7K, buat koneksi baru ke LED, diikuti oleh resistor 22 ohm di atas.
3. Dari resistor 22 ohm, buat sambungan ke IC timer 555.
4. Ke bagian bawah IC timer 555, dan sejajar dengan sambungan LED, buat sambungan baru ke kapasitor 10nf.
5. Di sebelah kiri kapasitor 10nf, buat sambungan ke kapasitor 100nf.
6. Di atas kapasitor 100nf, buat koneksi ke resistor 10K.
7. Buat koneksi untuk menutup sirkuit.
8. Buat sambungan ke catu daya.

BAB XII

DESAIN SIRKUIT: TATA LETAK DAN DIAGRAM SKEMA

Jika Anda terbiasa dengan masing-masing komponennya, Anda mungkin memiliki pemahaman yang baik tentang cara kerja sirkuit elektronik; asalkan bagian-bagian integral (misalnya sumber daya, konduktor, resistor, dioda, dll.) ada di tempatnya, dan Anda diperkenalkan dengan berbagai teknik dalam membangun koneksi dengan benar, ada kemungkinan besar bahwa proyek rangkaian apa pun yang Anda lakukan dapat berhasil. Setelah celah untuk sumber daya diidentifikasi, dan stabilitas pengaturan untuk sisanya dalam rangkaian tercapai, Anda siap. Namun, jika diberi kesempatan untuk membuat sirkuit tertentu lebih fungsional, tidakkah Anda akan menerimanya? Alih-alih memilih desain sirkuit acak, mengapa tidak memodifikasinya untuk kinerja yang unggul?

12.1 DESAIN SIRKUIT 101

Pernah bertanya-tanya mengapa insinyur sirkuit dibayar tinggi dan (tergantung pada jalur karir yang mereka pilih) disajikan peluang kemajuan karir yang berbeda (misalnya bekerja sebagai insinyur komputer, pekerjaan spesialis robotika, dll.)? Tanggung jawab insinyur sirkuit agak menuntut; mereka harus tangguh secara mental dan terbuka untuk tantangan yang berbeda. Mereka menghabiskan berjam-jam memeras otak mereka untuk menentukan bagaimana sistem dapat dibuat lebih efisien. Kemungkinannya adalah, selalu ada jalan; terserah mereka untuk mencarinya. Ketika sebuah proyek tertentu memintanya, wajib bagi mereka untuk membiarkan kreativitas mereka mengalir untuk sampai pada solusi yang kompatibel. Jika tidak, sirkuit buatan mereka mungkin berhenti berfungsi pada akhirnya.

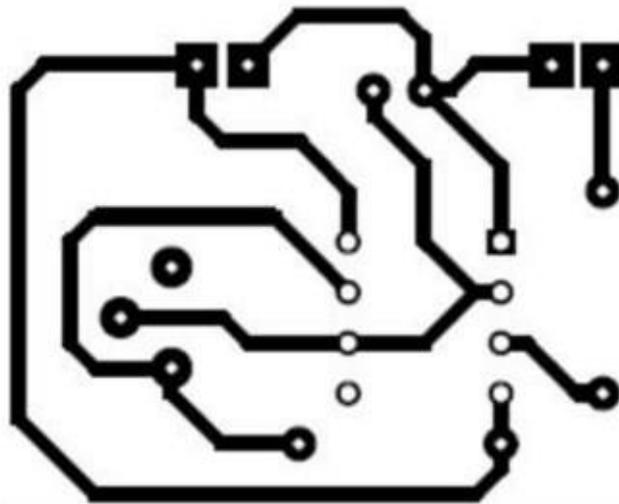
Seperti yang disebutkan, praktis untuk merancang sirkuit yang sesuai; terutama dengan pekerjaan mereka untuk bidang komunikasi, navigasi, telekomunikasi, perjalanan, dan industri lainnya, desain mereka harus mempertimbangkan tujuan tertentu. Terlepas dari tujuan memenuhi kebutuhan yang berbeda, perlu ada strategi karena sirkuit yang lebih fungsional hadir dengan kualitas yang lebih tinggi; itu dapat membuat proyek mengkonsumsi sumber daya dalam jumlah yang lebih sedikit juga. Alasan mengapa ada berbagai desain sirkuit:

- Peningkatan efisiensi sirkuit
- Peningkatan ukuran dan berat sirkuit
- Menjamin daya tahan sirkuit untuk jangka waktu tertentu
- Menjamin sirkuit aman digunakan

12.2 PROSES DESAIN

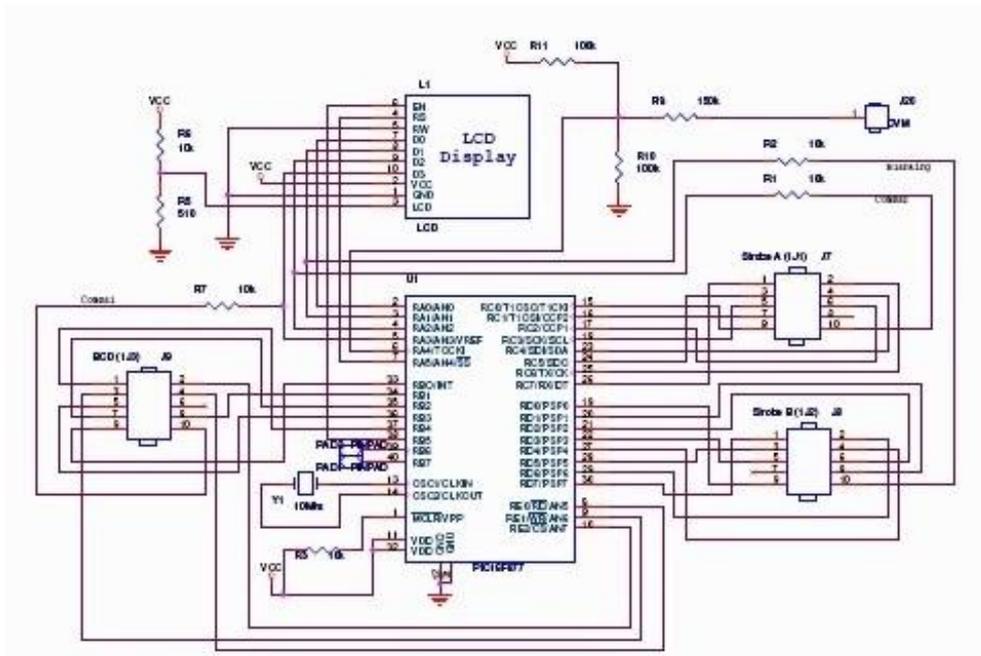
Sering kali, tata letak PCB (seperti yang dibahas dalam bab VII, Mari Bicara tentang Papan Sirkuit) dan diagram skematik sering dipertukarkan dalam sirkuit; itu telah membuat orang lain, terutama pemula di bidang teknik sirkuit, percaya bahwa mereka adalah satu dan sama. Di satu sisi, karena keduanya adalah presentasi dari sistem sirkuit, mereka mungkin

tampak serupa. Namun, setelah diperiksa lebih dekat, mereka tidak. Oleh karena itu, penting dalam proses desain sirkuit bahwa perbedaan tersebut diakui. Tata letak PCB adalah representasi fisik atau model nyata dari sebuah sirkuit. Ini menyajikan semua komponen listrik yang disertakan; itu juga merinci komponen mana yang aktif dan mana yang pasif. Meskipun dapat menunjukkan rangkaian kerja yang sebenarnya, memahami fungsi masing-masing bagiannya bisa jadi membosankan.



Gambar 12.1 Tata letak PCB adalah model sirkuit yang sebenarnya

Di sisi lain, diagram skematik, juga disebut hanya sebagai diagram sirkuit, adalah garis besar deskriptif dari sistem sirkuit; itu adalah cara representasi sirkuit standar dan lebih murah. Ini seperti tata letak PCB yang menunjukkan komponen aktif dan pasif dalam suatu rangkaian; tidak seperti tata letak PCB, bagaimanapun, presentasinya dapat dengan mudah dipahami.



Gambar 12.2 Diagram skematik dapat menyertakan catatan penting untuk peningkatan desain sirkuit

Tahapan desain sirkuit:

- Memenuhi persyaratan khusus
- Pembuatan diagram sirkuit
- Membangun papan tempat memotong roti, atau tata letak PCB
- Presentasi setiap komponen sirkuit (untuk evaluasi profesional)
- Menerapkan hasil evaluasi
- Pengujian (dan pengujian ulang)
- Mendapatkan persetujuan dari para profesional

Kiat desain sirkuit untuk pemula (proses persiapan):

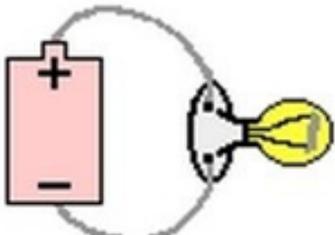
- Mengkategorikan komponen
- Bangun tata letak PCB, serta diagram skematik
- Tentukan kompatibilitas setiap komponen sirkuit

Tip desain sirkuit untuk pemula (proses pembuatan sirkuit):

- Selalu hindari sambungan solder dingin
- Selalu pisahkan kontrol daya dan koneksi lainnya
- Selalu pisahkan komponen analog dan digital
- Buat jejak jika komponen yang sulit ditemukan disertakan.
- Ingatlah untuk selalu membuat simpul integral dapat diakses
- Solder komponen secara sistematis; solder komponen kecil terlebih dahulu, lalu, solder komponen yang lebih besar selanjutnya
- Atur strategi ruang yang Anda izinkan di antara komponen
- Perhatikan titik panas apa pun

12.3 SIMBOL SIRKUIT

Pada proses membangun sirkuit dan memodifikasi desainnya, pemahaman tentang simbol sirkuit yang berbeda adalah penting. Deskripsi komponen rangkaian dapat ditulis dengan kata-kata sederhana; itu disebut deskripsi verbal. Namun, karena pendekatan menyeluruh dianjurkan dalam banyak pelajaran sirkuit, representasi visual dapat memungkinkan Anda untuk memahami aliran listrik di sirkuit. Berikut perbandingan yang bagus:

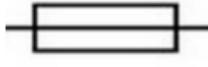
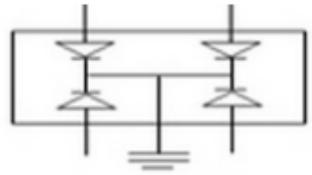
Deskripsi lisan	Representasi visual
Sirkuit #1 berisi bola lampu, serta baterai sel D sebagai sumber daya.	

Selain itu, simbol sirkuit untuk representasi visual dari sirkuit lebih disukai daripada deskripsi verbal karena mungkin tidak terlalu rumit untuk dipahami. Terutama jika sirkuit tertentu cukup maju, deskripsi yang berisi kata-kata dapat menjadi tantangan untuk

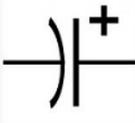
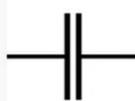
digunakan sebagai dasar. Namun, jika model visual digunakan, Anda cukup fokus pada koneksi, alih-alih interpretasi deskripsi kata; ada peluang yang lebih baik untuk berhasil membangun desain sirkuit yang mengesankan.

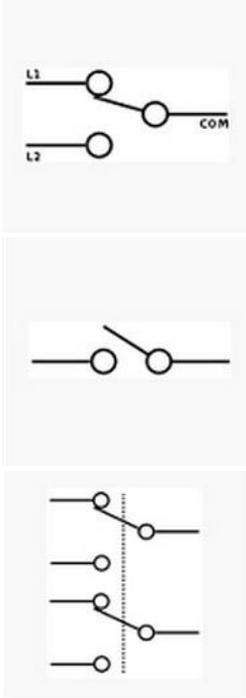
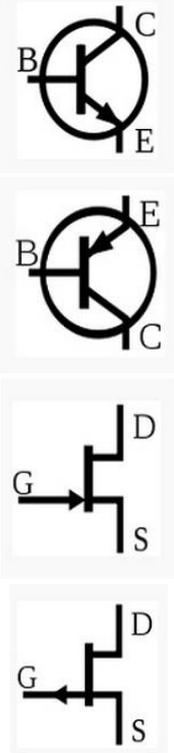
Terutama jika Anda memiliki rencana untuk memajukan tempat Anda dalam teknik sirkuit dengan segera bergerak maju dari pemula menjadi ahli sirkuit, menghafal simbol sirkuit yang berbeda adalah suatu keharusan. Tabel 12.1 dan Table 12.2 Daftar simbol dasar:

Tabel 12.1 Tabel Simbol Rangkaian Dasar

Nama Simbol	Simbol	Nama Simbol	Simbol
AC		Sekring	
DC		Dioda	
Kapasitor		LED	
Resistor		Regulator	

Tabel 12.2 Daftar simbol variasi Rangkaian elektronika

Nama Simbol	Simbol	Nama Simbol	Simbol
Kapasitor Dasar		Dioda Dasar	
			
			

<p>Variasi Sakelar Dasar</p>		<p>variasi Kapasitor</p>	
------------------------------	---	--------------------------	---

12.4 FAKTOR YANG PERLU DIPERTIMBANGKAN

Desain sirkuit strategis penting karena sirkuit mungkin tidak berfungsi sama sekali tanpa adanya rencana yang baik; jika penempatan masing-masing komponennya tidak sesuai, Anda mungkin hanya membuang-buang sumber daya. Anda mungkin memiliki komponen yang benar tetapi jika tidak dirancang dengan benar, sebuah sirkuit jauh dari berfungsi. Selain itu, menyadari bahwa Anda mungkin tidak merancang sistem sirkuit sesuai dengan persyaratan, Anda tidak ingin mengakhiri proyek pembangunan sirkuit di tengah proses, bukan?

Selain itu, struktur desain sirkuit yang tepat perlu diprioritaskan. Terlepas dari apakah itu tidak dimaksudkan untuk mengesankan orang lain, itu tetap harus dirancang sesuai untuk menjadi batu loncatan dalam kemungkinan menangani lebih banyak proyek pada akhirnya. Dengan pengetahuan tentang bagaimana merancang sirkuit dengan benar sebagai pemula, pada akhirnya akan diperoleh pengetahuan yang mudah tentang konstruksi sirkuit yang lebih maju. Apa yang perlu diingat:

- Ketersediaan waktu (dari pencipta) – meskipun dapat diselesaikan dengan cepat, proyek sirkuit tidak boleh terburu-buru; pencipta proyek harus tersedia untuk jangka waktu tertentu sehingga ia dapat berkonsentrasi dengan baik di sirkuit. Terutama jika dia hampir tidak punya waktu luang, disarankan agar dia menentukan cara untuk mencari waktu tambahan, atau mengambil proyek yang berbeda.
- Tingkat kesulitan – penilaian proyek sirkuit penting sebelum diterima. Meskipun ada yang sederhana, beberapa proyek agak rumit. Jika pencipta yakin bahwa dia tidak dapat mengikuti prosedur proyek tertentu, dia mungkin ingin mempertimbangkan usaha lain

- Total biaya proyek – salah satu alasan disarankan untuk membuat diagram skema dan persiapan lainnya (sebelum mengambil proyek sirkuit) adalah karena kepraktisan mengenai biaya keseluruhan. Sebisa mungkin, pencipta harus mempertimbangkan kemampuannya untuk mendanai sebuah proyek. Apalagi jika dia berencana menggunakan komponen sirkuit yang mahal, dia perlu memikirkan apakah dia mampu membiayai proyek itu sampai selesai.
- Fungsi yang diinginkan – mengidentifikasi alasan mengapa Anda mengambil proyek tersebut. Apakah untuk eksperimen dan penggunaan pribadi? Atau, apakah itu permintaan dari perusahaan? Terutama jika tujuannya adalah untuk perusahaan komersial, rancang sirkuit untuk mencapai kualitas terbaik.

12.5 DOKUMENTASI, VERIFIKASI & PENGUJIAN

Manfaat utama dari proses dokumentasi adalah keuntungannya memungkinkan Anda mengidentifikasi kemungkinan kesalahan dalam menyusun rangkaian. Jika Anda tidak berhasil pada tahap akhir proyek Anda, Anda dapat mengetahui dengan tepat di mana kesalahan Anda; karena harus mengabaikan kemajuan Anda saat ini dan mulai dari awal untuk kedua kalinya, Anda dapat dengan mudah memodifikasi metode tertentu (untuk peningkatan).

Verifikasi, sebagaimana didefinisikan dalam sirkuit, adalah proses mengevaluasi secara menyeluruh setiap komponen sirkuit, serta setiap tahapan dalam pembuatannya. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah proses telah dipatuhi dengan benar. Biasanya, ini bisa menjadi proses yang memakan waktu, tetapi karena dimaksudkan untuk memastikan kualitas, ini adalah proses yang penting. Di satu sisi, versi dunia nyata dari proses verifikasi sedang diuji. Sebelum peluncuran sirkuit dan paparnya ke berbagai industri komersial, sirkuit ini diuji di laboratorium penelitian. Seperti verifikasi, ini juga bisa menjadi proses yang memakan waktu, dan karena ini adalah proses terakhir sebelum sirkuit diteruskan ke sumber lain, ini bisa menjadi rangkaian padat karya.

BAB 13

SEBUAH JALAN MELALUI EDA

Apakah Anda akrab dengan fasilitas fabrikasi FABS atau Semi-konduktor? FABS adalah tempat di mana desain sirkuit, bahkan yang rumit, dapat disatukan; mereka biasanya luas karena dimaksudkan untuk mengakomodasi proyek sirkuit massal. Di dalamnya terdapat berbagai peralatan untuk EDA, itulah sebabnya produksi sirkuit berlangsung cepat. Dengan tingkat produktivitas FABS, semi-konduktor terus menjadi populer. Dan, karena semi-konduktor adalah komponen dalam sirkuit, sirkuit juga semakin populer.

13.1 APA ITU EDA?

EDA, juga dikenal sebagai Electronic Design Automation adalah kelas peralatan perangkat lunak terutama untuk merancang rangkaian atau perangkat elektronik yang berbeda. Ini dikategorikan bersama dengan alat modern lainnya yang digunakan dalam sirkuit; itu menghilangkan kebutuhan untuk merancang sirkuit dengan tangan, yang meminimalkan kesalahan sederhana dan kritis, memperbaiki gangguan, dan menyarankan kemungkinan perbaikan.

Selain itu, berkat EDA pembuatan sirkuit dan produksi sirkuit menjadi lebih cepat. Jika Anda khawatir tentang kualitas karena prosesnya dilakukan secara otomatis, yakinlah bahwa setiap desain telah melalui analisis menyeluruh. Ingat, desain peralatan perangkat lunak secara khusus dimaksudkan untuk menangani sistem sirkuit.

13.2 ALUR DESAIN

Di dunia sirkuit, penting untuk mengetahui konsep EDA; itu memberi hak istimewa kepada pencipta sirkuit dengan pemahaman yang baik tentang cara yang tepat untuk membangun sirkuit. Karyawan perusahaan elektronik besar seperti Intel, Hewlett Packard, dan Valid Logic Systems semuanya dilatih untuk memiliki pengetahuan yang mengesankan tentang alat-alat tersebut, meskipun telah melalui pendidikan bertahun-tahun. Selama bertahun-tahun, alat EDA telah mengalami pengembangan berkelanjutan. Awalnya, konsepnya agak terbatas; di Era Penemuan EDA, fokusnya hanya pada perutean, sintesis logika, analisis statis, dan penempatan. Akhirnya, di Era Implementasi EDA, konsep-konsep ini mengalami perbaikan besar; algoritma yang lebih canggih dan canggih untuk alat EDA dipertimbangkan. Datanglah Era Integrasi EDA, mereka dipelajari lebih lanjut dan dirancang untuk memenuhi lingkungan yang terintegrasi.

Sekarang, Anda mungkin bertanya-tanya mengapa ada kebutuhan untuk membangun sirkuit secara manual ketika ada alat EDA. Yah, meskipun prosesnya dapat diselesaikan dengan lebih mudah dan lebih cepat, terkadang, disarankan untuk membawa keahlian seorang insinyur sirkuit; dengan cara ini, ia dapat mengevaluasi secara menyeluruh kualitas sistem sirkuit. Selain itu, operator alat EDA dipilih dengan cermat; biasanya, mereka yang memiliki latar belakang pengoperasian alat EDA dan peralatan serupa. Ini karena biaya, serta kemungkinan komplikasi, yang terlibat dalam penggunaan perangkat tersebut. Jika kebutuhan

untuk pemecahan masalah muncul, yang terbaik adalah memiliki seseorang yang memiliki pengetahuan dalam desain sirkuit dalam keadaan siaga. Fokus utama EDA:

- Presentasi tata letak berbasis skema
- Interpretasi lanjutan dan logis dari setiap komponen sirkuit
- Simulasi perangkat keras dan transistor

13.3 OPTIMALISASI TINGKAT SIRKUIT

Optimalisasi tingkat sirkuit atau optimalisasi daya alat EDA mengacu pada berbagai teknik yang digunakan untuk pengurangan daya total dalam suatu rangkaian. Meskipun tujuannya adalah untuk memodifikasi pengaturan sirkuit secara ekonomis, prosesnya tidak boleh membahayakan kualitas produk secara keseluruhan. Dengan tujuan utama untuk meningkatkan efisiensi sirkuit, tujuan lainnya adalah untuk meningkatkan kecepatan, menghilangkan kemungkinan kebocoran, meningkatkan distribusi daya, dan meningkatkan fungsionalitas. Teknik optimasi tingkat sirkuit:

- Modifikasi skala tegangan, ambang batas, variabel, blok, suplai, dan masalah terkait tegangan lainnya
- Modifikasi dan ukuran ulang transistor
- Modifikasi gaya logika
- Perutean ulang jaringan

13.4 INTERPRETASI, ANALISIS & VERIFIKASI

Meskipun proses otomatisasi alat EDA dapat menghilangkan kesalahan dalam sistem sirkuit, produk tetap menjadi subjek dari berbagai metode pengujian. Ini karena desakan industri sirkuit untuk menjamin jaringan sistem sirkuit yang sempurna. Untuk memastikan bahwa fungsi sirkuit selaras dengan persyaratan tertentu, itu ditafsirkan, dianalisis, dan diverifikasi. Jika sirkuit (yang dibuat dengan alat EDA) belum menjalani pengujian, ada kemungkinan bahwa itu tidak akan berfungsi untuk tujuan tertentu. Apalagi jika proyek tersebut akan digunakan untuk agenda komersial, para pakar industri tidak memberikan izin untuk mendistribusikan sistem sirkuit yang "tidak dievaluasi". Metode evaluasi sirkuit:

- Penilaian persyaratan perawatan sirkuit
- Inspeksi efek yang diinginkan dan tidak diinginkan (dalam kaitannya dengan logika matematika)
- Inspeksi fungsionalitas sirkuit
- Inspeksi stabilitas sirkuit
- Verifikasi komponen fisik
- Verifikasi waktu statis

BAB 14

CARA LAIN: REKAYASA TERBALIK

Salah satu cara paling keren untuk memahami sirkuit adalah dengan membongkar semua komponennya satu per satu. Pertama, pastikan tidak terhubung ke sumber daya apa pun. Setelah mengenakan sarung tangan pelindung, mulailah membongkar komponen; kemudian, tentukan fungsinya. Ulangi prosedur sampai Anda mengetahui tujuan dari bagian-bagian dan pentingnya membuatnya bekerja sebagai jaringan. Sekarang, kumpulkan semuanya kembali; pastikan sirkuit bekerja. Proses seperti ini disebut reverse engineering.

14.1 PENGANTAR REKAYASA TERBALIK

Reverse engineering, juga disebut deconstruction, reversing, backward engineering, dan back engineering adalah proses penggalian pengetahuan dari perangkat atau peralatan elektronik. Ini melibatkan kebutuhan untuk mendekonstruksi seluruh rangkaian untuk analisis lebih lanjut dari komponennya. Meskipun metode yang akan digunakan berlawanan dengan proses penciptaan, itu dianggap sebagai pendekatan praktis dari sirkuit pembelajaran.

Selain itu, rekayasa balik memberikan cahaya pada konsep Aristoteles bahwa kunci untuk memahami pengoperasian perangkat adalah mempelajari masing-masing bagiannya. Kembali pada hari-hari, lapangan terbatas pada pekerjaannya di sirkuit dan peralatan elektronik lainnya; sekarang, di dunia modern, penerapan metodologi "terbalik" mencakup hampir semua hal - mulai dari mainan anak-anak dan peralatan rumah tangga hingga ilmu saraf, pemrograman komputer, dan DNA.

14.2 ALASAN PEMBALIKAN

Salah satu hak istimewa yang dapat diberikan oleh rekayasa balik kepada pembuat sirkuit adalah jaminan bahwa perangkat dibuat sesuai dengan itu. Jika dia memilih untuk mendasarkan proyek sirkuitnya di sirkuit lain yang dibuat dengan privasi yang meragukan, dia dapat menentukan praktik yang tidak etis. Jika dia membongkar semua komponennya, dia memiliki kesempatan untuk melihat orang dalam; pada saat itu, dia dapat mengkonfirmasi apakah modifikasi yang tidak diatur sudah ada. Mengapa menggunakan teknik reverse engineering untuk pembuatan sirkuit:

- Tujuan dokumentasi – terutama dalam hal kekurangan dan dokumentasi sirkuit berkualitas rendah, diagnosis sirkuit diperlukan untuk menyajikan informasi baru
- Interfacing – dengan teknik reverse engineering dapat dikenakan interfacing; itu dapat dievaluasi sesuai, mengenai kompatibilitasnya dengan sirkuit lain
- Perbaiki bug – jika ada kesalahan kritis dalam desain sirkuit, itu dapat dikenali lebih baik dengan melihat lebih dekat pada masing-masing komponennya; alih-alih menggunakan asumsi, pembuat sirkuit dapat mengidentifikasi bagian mana dari proyeknya yang perlu dimodifikasi

- Informasi teknis tingkat lanjut – informasi teknis tingkat lanjut dihargai saat membuka sirkuit; khusus untuk pemula, reverse engineering adalah cara praktis untuk mempelajari detail langsung di dalam sistem
- Penggabungan fungsi baru – rekayasa balik dapat memungkinkan penggabungan fitur dalam sirkuit; daripada mendesain sirkuit lain, pembuat sirkuit dapat dengan mudah membuat modifikasi pada proyeknya saat ini
- Modernisasi – pembalikan bermanfaat dalam sirkuit karena dapat digunakan untuk memodernisasi proyek; misalnya, jika sebagian besar perangkat modern populer di pasar karena fitur inovatif, pembuat sirkuit dapat menggunakan rekayasa balik untuk menambahkan fitur yang sama ke sirkuitnya.
- Menjamin keamanan produk – jika pembuat sirkuit tidak yakin dengan keamanan proyeknya, rekayasa balik adalah cara baginya untuk menentukan masalah tertentu; dia dapat memeriksa spesifikasi setiap komponen dan menjamin bahwa tidak ada yang menimbulkan risiko keselamatan saat digunakan

14.3 APAKAH REKAYASA TERBALIK MIRIP DENGAN PERETASAN?

Karena ini adalah metode untuk mengekstraksi informasi di sirkuit yang biasanya tidak dapat diambil, rekayasa balik dianggap sebagai bentuk peretasan yang korup; Oleh karena itu, ini adalah bidang yang coba dihindari oleh beberapa orang lain di industri elektronik. Namun, bagi banyak insinyur sirkuit (dan juga insinyur lainnya), ada kecemerlangan dalam seluruh konsep rekayasa balik.

Menurut mereka yang tidak menentang, reverse engineering adalah cara untuk mengakali produk yang sudah jadi; Selain itu, seperti yang akan mereka tegaskan, bukankah inti dari rekayasa adalah persis seperti itu – untuk membangun dan membangun kembali sampai hasil yang memuaskan tercapai? Ini mungkin dianggap sebagai bentuk peretasan, tetapi banyak yang menentang gagasan bahwa itu ada di balik tujuan korup.

14.4 PEMBANGUNAN PROYEK REKAYASA TERBALIK

Tidak dapat disangkal, rekayasa balik agak merusak dan invasif. Beberapa tidak mendukungnya karena mereka tidak menyambut gagasan untuk mengobrak-abrik karya mereka. Bagi yang lain, bagaimanapun, ini adalah cara kreatif untuk meningkatkan proyek yang sudah selesai; terutama jika proyek tertentu luar biasa, mereka diberi kesempatan untuk membuatnya lebih luar biasa.

Di antara proyek umum yang dapat dimodifikasi dengan menggunakan rekayasa balik adalah radio jam alarm, mesin kopi, dan lampu berwarna. Selain itu, pengetahuan tentang sistem internal, mereka dapat menambahkan fungsionalitas unik yang tidak disertakan selama distribusi komersial. Misalnya, Anda dapat menambahkan suara bip baru ke radio jam alarm.

Untuk konstruksi berbagai proyek rekayasa terbalik, disarankan untuk memiliki seperangkat alat yang berguna. Siapkan satu set obeng, kaca pembesar, dan alat potong. Selain itu, ketika pembongkaran selesai, siapkan sebungkus pita listrik di dekatnya. Kiat proyek rekayasa terbalik untuk pemula:

- Ambil gambar sistem depan dan belakang sirkuit sebelum dibongkar; Anda dapat menggunakannya sebagai referensi
- Buat daftar serangkaian prosedur yang Anda rencanakan untuk diikuti; pastikan Anda mematuhi

14.5 REKAYASA TERBALIK & CAD

Reverse engineering berjalan seiring dengan popularitas CAD atau Computer-Aided Design. Selama bertahun-tahun, bidang yang dulunya terbatas pada perbaikan dasar sistem sirkuit mulai menggabungkan fitur-fitur kompleks. Ini memberi pencipta sirkuit kesempatan untuk menganalisis bagian internal perangkat. Selain itu, alih-alih memutuskan untuk mendapatkan pandangan mendasar dari proyek sirkuit yang memerlukan rekayasa balik, pembuat sirkuit dapat menganalisis sirkuit dengan cermat; dia dapat memeriksa setiap komponen secara menyeluruh dan menemukan solusi yang paling praktis. Untuk pengembangannya, para insinyur sirkuit, perancang sirkuit, dan profesional lainnya di bidang elektronik memulai pekerjaan kolaboratif dengan arsitek dan mereka yang ahli dalam CAD. Keuntungan menggunakan teknologi CAD untuk proyek sirkuit:

- Untuk meningkatkan keselarasan setiap komponen sirkuit
- Untuk meningkatkan penunjukan ruang dalam sistem sirkuit Untuk memodifikasi subjek geometris untuk meningkatkan kinerja
- Untuk memperbesar (dan melihat lebih dekat) pada setiap komponen sirkuit

14.6 LEGALITAS INDUSTRI

Mengingat diskusi yang berbeda mengenai kesamaannya dengan peretasan yang korup, industri rekayasa balik mengalami berbagai keluhan hukum. Bahkan ada undang-undang (yang biasanya termasuk dalam undang-undang kontrak dan undang-undang manufaktur palsu) yang dimaksudkan untuk melindungi semua sektor yang menggunakan sirkuit terbalik atau perangkat elektronik. Istilah interoperabilitas diperkenalkan dalam kaitannya dengan berbagai masalah legalitas. Dengan munculnya kasus-kasus yang berputar di sekitar pembongkaran bagian-bagian sirkuit untuk membahayakan kualitas sirkuit, beberapa yang menangani proyek rekayasa terbalik tidak diterima dengan baik.

Oleh karena itu, reverse engineering hanya dianggap ilegal jika tujuan utamanya adalah untuk mencapai interoperabilitas. Jika tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sirkuit secara keseluruhan, hal itu dianjurkan; bersama dengan hampir semua cara lain untuk memperbaiki sistem, bahkan disarankan untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

BAB 15

MERETAS SIRKUIT

Komunitas peretas yang berbeda menyelenggarakan acara yang memberikan pencerahan bagi mereka yang bersemangat dalam sirkuit. Satu komunitas, Artisan Asylum, menyelenggarakan malam peretasan sirkuit seminggu sekali. Dalam pertemuan tersebut, rekan-rekan teknik sirkuit – dari pemula hingga profesional, berkumpul untuk membahas berbagai konsep dalam sirkuit dan elektronik. Di sana, orang-orang yang berpikiran sama berbagi kecintaan mereka pada sirkuit dan berbicara tentang proyek favorit mereka, dan pada dasarnya, apa pun di dunia sirkuit.

Selain itu, malam peretasan sirkuit Artisan Asylum memberikan kesempatan belajar yang luar biasa bagi para penggemar peretasan sirkuit. Ini menyajikan pelajaran tentang cara menyolder, cara menggunakan program komputer tertentu, dan cara memodifikasi sirkuit agar berfungsi seperti yang diinginkan. Selain mengajarkan individu dasar-dasar dan teknik lanjutan tentang cara meretas sirkuit, dan membuatnya bekerja sesuai keinginan, komunitas mendorong para peserta untuk berpikir di luar kebiasaan dan menghasilkan ide-ide brilian dan inovatif.

15.1 TENTANG PERETASAN SIRKUIT

Peretasan sirkuit, karena dikaitkan dengan kata peretasan, terkadang dapat dianggap sebagai penipuan. Namun, tidak ada penipuan dengan itu karena alasan utama mengapa ada peretas sirkuit adalah untuk perbaikan atau revisi proyek; hacking, dalam esensi ini, didefinisikan sebagai modifikasi dari sirkuit yang ada untuk menggunakannya untuk tujuan yang berbeda. Dan, dalam banyak kasus, peretas sirkuit adalah individu yang menunjukkan kepintaran, keterbukaan pikiran, dan kemampuan teknis.

Karena beberapa konsep serupa, peretasan sirkuit dan rekayasa balik dikatakan satu dan sama; mereka tidak. Sementara keduanya mungkin mencakup teknik tertentu yang dimaksudkan untuk peningkatan operasi sirkuit, yang pertama hanya berfokus pada pengembangan sirkuit yang ada; mungkin juga invasif, tetapi tidak melibatkan dekonstruksi seluruh sirkuit. Terutama jika ditentukan bahwa pemasangan komponen tertentu dapat mencapai fungsi yang diinginkan, pembongkaran bagian lain dari suatu rangkaian dianggap tidak perlu. Metode peretasan sirkuit umum:

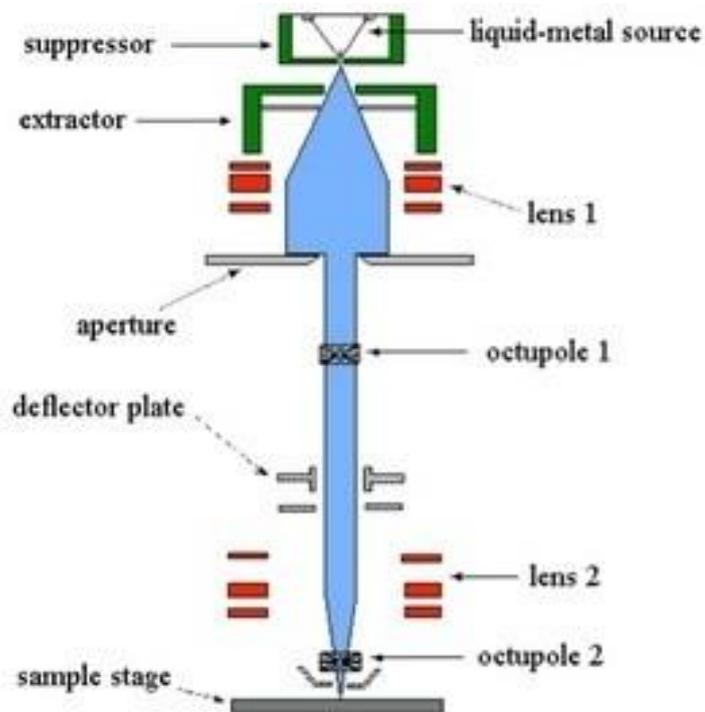
- Patching – metode hacking sirkuit sederhana yang menjelaskan mengidentifikasi mekanisme kontrol sirkuit atau bagian paling integral dari sebuah sirkuit. Setelah komponen utama diidentifikasi, Anda dapat menginstal komponen baru dan lebih baik
- Penggantian komponen – didefinisikan sebagai mengganti setidaknya satu komponen dari suatu rangkaian dengan komponen lain yang datang dengan kualitas yang lebih baik

15.2 ALAT UTAMA PERETAS: TEKNOLOGI FIB

FIB atau Focused Ion Beam Technology dianggap sebagai salah satu alat utama peretas karena memberinya kesempatan untuk meretas hampir semua sirkuit. Sejak pengenalan awal aplikasi pada 1990-an, kegunaannya tidak diabaikan. Versi awal tidak hanya cukup mahal, tetapi juga, jelas, membutuhkan perbaikan; kemudian, alat tersebut mengalami modifikasi terus menerus dari banyak penggemar elektronik.

Menurut sebuah studi yang dipimpin oleh para insinyur di Berlin Technical University, seseorang yang ahli dalam sirkuit dapat menginstal aplikasi berbasis Teknologi FIB untuk meretas keamanan sistem. Untuk penelitian tertentu, IC dengan keamanan tingkat rendah adalah fokusnya; tujuannya adalah untuk mengatasi tingkat keamanannya dengan tujuan dengan sengaja menghilangkan mekanisme pertahanannya. Studi ini, tentu saja, berhasil dan akhirnya, terbukti bahwa bahkan alat tingkat tinggi dapat diretas dengan praktik yang sama. Dan, sebagai berikut, menjelaskan konsep bahwa tidak ada yang namanya sirkuit anti-rusak.

Selain itu, Teknologi FIB, sebagai teknik cerdas untuk membuat, mengembangkan, dan memasang kembali sirkuit, telah mendapatkan persetujuan dari berbagai komunitas peretas dan insinyur sirkuit. Di samping keuntungannya dalam meningkatkan kinerja sistem, ini mengurangi waktu pengoperasian reguler. Karena cara cerdasnya memungkinkan seseorang yang bekerja pada perangkat elektronik untuk merancang (dan bahkan mendesain ulang berulang kali) proyeknya, proyek itu mengalami pengembangan lebih lanjut.



Gambar 15.1 Pemasangan Teknologi FIB bisa sangat menjanjikan bagi seorang peretas

Bagian penting dari aplikasi yang menggabungkan Teknologi FIB (seperti yang ditunjukkan dalam tata letak):

- Aperture – bertugas mengumpulkan alat bantu visual, kemudian, memodifikasi alat ini untuk tampilan yang jelas dari informasi yang dapat diambil dari perangkat elektronik tertentu
- Pelat deflektor – ia menerima, menafsirkan, kemudian, mengukur data yang dapat diterima; awalnya, ia mengakui semua informasi sebelum penyaringan yang tidak perlu
- Extractor – bertugas mengambil informasi dari perangkat elektronik, kemudian mentransfernya ke mekanisme peretasan
- Lensa – bertugas melakukan penyesuaian untuk membantu saat memproses informasi
- Octupoles – juga dikenal sebagai quadrupole ganda atau octopole, yang berarti sesuatu yang memiliki delapan kutub; itu mengontrol berkas ion
- Suppressor – dirancang untuk mencegah kelebihan daya karena lonjakan tegangan; ia bekerja dengan mengatur jumlah arus listrik dalam suatu sistem sehingga perangkat dapat tetap berfungsi

Fungsi aplikasi yang menggabungkan Teknologi FIB:

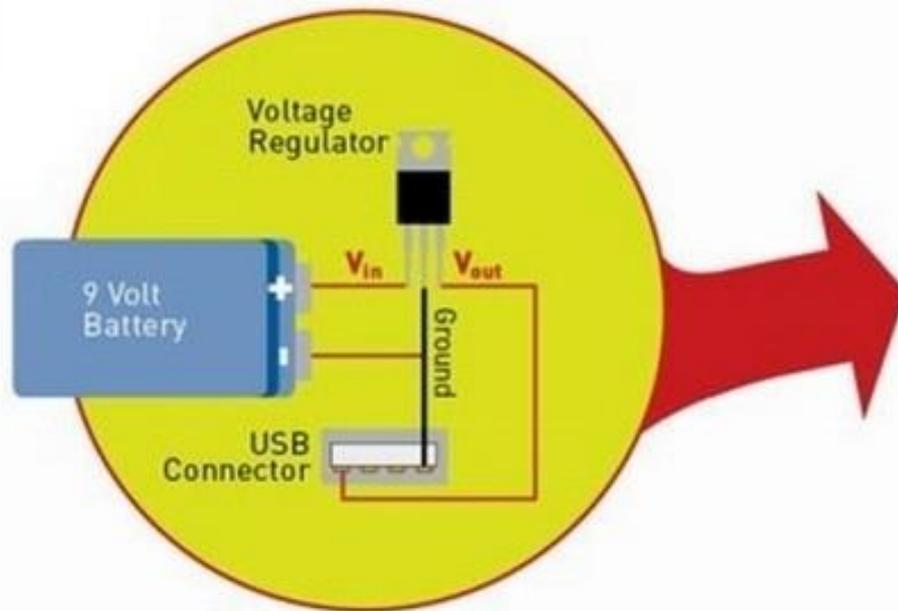
- Mengaktifkan dan/atau menonaktifkan deteksi penyusup
- Mengevaluasi perilaku sirkuit
- Mengevaluasi cacat sirkuit
- Kumpulkan kode rahasia dan kunci keamanan
- Dapatkan detail pribadi, data sensitif, dan informasi kepemilikan
- Hapus sistem perlindungan (mis. jaringan perusak, jerat jejak, sensor optik, dll.)
- Merutekan data yang masuk untuk diterima oleh jaringan lain
- Melacak dan melacak kembali perubahan

15.3 PROYEK PERETASAN SIRKUIT

Sisi positif dari pengetahuan tentang bagaimana sirkuit beroperasi adalah Anda dapat memilih salah satu dari paket perangkat elektronik Anda dan mengupgradenya sesuai dengan preferensi; kemungkinan fungsi barunya tidak terbatas. Anda bahkan tidak perlu merogoh kocek dalam-dalam, asalkan Anda mengetahui fungsi dari cicilan tertentu. Hasil peretasan sistem asli mungkin agak aneh, karena produknya tidak lagi sama, tetapi tetap saja, hasilnya mungkin seperti yang Anda inginkan.

Dalam contoh proyek di bawah ini, tujuannya adalah meretas pengisi daya; khususnya, memodifikasi pengisi daya yang ada dan mengoperasikannya dengan baterai. Itu dapat dihubungkan ke perangkat elektronik apa pun dengan port USB. Ini berguna selama keadaan darurat ketika outlet listrik tidak dapat ditemukan.

Contoh proyek (berasal dari <http://www.maximumpc.com>) : Pengisi Daya USB dengan Baterai



Gambar 15.2 Pengisi daya USB dengan baterai dapat digunakan selama berjam-jam (tergantung pada sumber tegangan Anda)

Bahan:

- Pengisi daya
- Pengatur tegangan 5 volt
- Baterai 9 volt
- Klip baterai 9 volt
- Pita listrik
- Konektor USB
- Kawat tembaga

Prosedur (seperti yang ditunjukkan pada tata letak di atas):

1. Di sisi pengisi daya, buat lubang untuk penempatan konektor USB.
2. Di sisi lain charger, buat lubang untuk penempatan regulator tegangan 5 volt.
3. Di bagian tengah bawah (di antara 2 lubang), pasang baterai 9 volt.
4. Di atasnya, buat ground menggunakan kabel tembaga dan klip baterai 9 volt.
5. Solder komponen bersama-sama.
6. Bungkus produk dengan pita listrik.

BAB 16

REKAYASA SIRKUIT LANJUTAN: MIKROKONTROLER & ROBOT

Di antara kebanyakan prospek untuk insinyur sirkuit adalah kesempatan untuk terlibat dalam pembengkokan sirkuit atau seni (dan sains) memodifikasi sirkuit perangkat elektronik yang ada, dan mengubahnya menjadi alat musik baru. Dalam banyak kasus, dia tidak diharuskan mengikuti seperangkat aturan untuk mengutak-atik sirkuit untuk memasukkan suara tertentu; Bahkan, ia bisa mendesain ulang sebuah perangkat elektronik sesuai keinginan. Di samping itu, keuntungan dari circuit-bending adalah hadiahnya untuk mengurangi biaya yang diperlukan. Jika dia sangat banyak akal, pencipta sirkuit dapat lebih memaksimalkan keuntungan; ia dapat memasang komponen bekas (tetapi dalam kondisi berfungsi) atau suku cadang yang lebih murah.

Circuit-bending hanyalah salah satu kemungkinan yang menarik bagi rekan di sirkuit. Pilihannya agaktidak terbatas, terutama jika Anda membiarkan kreativitas Anda lepas. Selama Anda yakin bahwa suatu sirkuit akan bekerja dengan pengaturan tertentu, Anda tidak boleh menahan diri untuk membawa pengetahuan sirkuit pemula Anda ke tingkat yang lebih tinggi.

16.1 ROBOTIKA & TEKNIK KOMPUTER

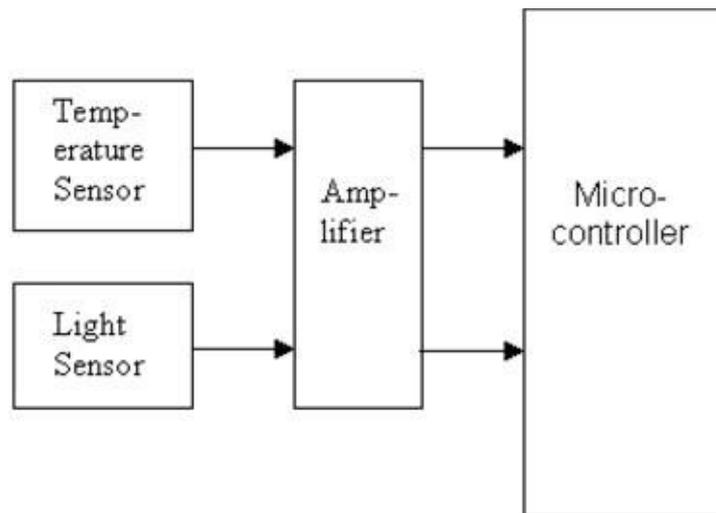
Hadiah karena terampil dalam sirkuit adalah kesempatan untuk menjelajah ke bidang teknik lain seperti teknik robotika dan teknik komputer. Pengetahuan Anda tentang bagaimana sirkuit beroperasi? Anda dapat melihatnya dari perspektif baru; Anda tidak harus hanya berada di industri teknik sirkuit atau teknik elektronik. Terlepas dari tawaran karir yang lebih melimpah; Anda dapat menggunakannya untuk membuat proyek (atau sekumpulan proyek) yang dapat Anda banggakan. Dengan menguasai pelajaran dasar sirkuit, mendalami bidang terkait menjadi lebih mudah dan seru.

Dengan minat Anda pada sirkuit, Anda dapat mencari posisi karir lain; biasanya, majikan insinyur robotika dan insinyur komputer menyambut insinyur sirkuit ke dalam tenaga kerja mereka karena kemampuan melatih, keakraban dengan sirkuit, dan latar belakang yang baik dalam elektronik. Mungkin perlu beberapa tahun lagi untuk belajar, bersama dengan keterampilan baru untuk dipelajari, tetapi Anda pasti bisa naik lebih tinggi; dibutuhkan komitmen dari pihak Anda juga. Pelajaran lanjutan yang akan berguna bagi seorang insinyur sirkuit:

- Koneksi integral untuk komponen perangkat keras
- Perangkat lunak dan perangkat keras penting
- Robot penting
- Operasi komputer
- Arsitektur komputer
- Pemrograman komputer (bahasa pemrograman yang disarankan adalah C dan C++)

16.2 PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER + MIKROKONTROLER

Mikrokontroler adalah perangkat kecil yang berfungsi sebagai komputer dalam suatu rangkaian; itu adalah alat umum yang dapat ditemukan di remote control, peralatan bantuan medis cerdas, mesin kantor, peralatan canggih, dan sistem kontrol mesin. Dengan langkah cepat dari berbagai operasi pengambilan informasi, fungsinya untuk mengatasi masalah ukuran, biaya, waktu, dan kinerja menawarkan hak istimewa kepada pengguna dengan peningkatan kinerja secara keseluruhan. Biasanya ditanamkan pada perangkat elektronik terpisah sebelum atau setelah perangkat itu selesai. Dalam kasus tertentu, ia menggunakan kata-kata 4-bit dan operasi clock-rate frekuensi rendah.



Gambar 16.1 Mikrokontroler bergantung pada instruksi programmer

Selain itu, meskipun mikrokontroler adalah perangkat yang sangat berguna, mikrokontroler hanya sebaik program yang ditulis untuknya; di sinilah pentingnya pemrograman mikrokontroler memasuki gambaran. Ini adalah alat yang hanya menjalankan instruksi tertentu; tanpa adanya perintah khusus, itu tidak akan berfungsi. Namun, jika Anda mendesainnya dengan bahkan seratus kemampuan tugas, ia dapat melakukan masing-masing tugas tanpa kesalahan; diberikan itu diprogram dengan baik, dapat kekuasaan perangkat seperti yang diinginkan. Apa yang mikrokontroler dapat lakukan:

- Mengaktifkan dan/atau menonaktifkan fitur jam
- Mengaktifkan dan/atau menonaktifkan kemampuan cahaya
- Konfigurasi pengaturan audio dan video
- Tambahkan monitor eksternal
- Secara otomatis mendeteksi dan/atau memperbaiki kesalahan
- Perbarui komponen lama secara otomatis
- Memperbesar kinerja perangkat elektronik
- Hilangkan fitur yang tidak diinginkan
- Kencangkan fitur keamanan

Contoh pemrograman mikrokontroler:

Hasil	Pemrograman Mikrokontroler (dalam bahasa C)
Dengan mengutak-atik komponen USB-nya, pengaturan jam mikrokontroler dapat diformat. Itu juga diprogram untuk mengaktifkan BL atau lampu latar dengan pemicu.	<pre> for (;;) [handleserial (); CDC_USBdevice (&interface) CDC_USBdevice (&digitalizer) handleserial ();]] /Setup/ [int ret USB_initialize clock_setup (div1); BL_off (1), BL_on (0); ret = digitizer_USB_initialize (); if (ret) </pre>

16.3 ROBOT + ROBOTIKA

Cara lain agar Anda dapat meningkatkan pengetahuan Anda di bidang sirkuit adalah dengan mempertimbangkan karier di bidang teknik robotika. Karena keakraban Anda dengan sirkuit, Anda dapat mulai mengasah keterampilan Anda dalam menciptakan sirkuit yang koheren; Anda dapat membuat rangkaian yang bergantung pada masing-masing rangkaian untuk menjalankan fungsi utamanya.

Saat Anda berkomitmen pada robotika, seperti dalam pemrograman, serangkaian keterampilan baru (misalnya pengembangan kecerdasan buatan, dinamika, teknik perencanaan gerak, taktik pemetaan, dll.) juga harus diperoleh. Kali ini, selain tangan Anda di sirkuit dan komponen elektronik lainnya, Anda harus mengunjungi aspek di bidang mekanik. Namun, mengingat paparan Anda terhadap konsep serupa di sirkuit, belajar di lapangan mungkin tidak menjadi tantangan. Dengan keahlian Anda di sirkuit, Anda dapat berada di belakang proyek robotika yang inovatif dan luar biasa yang dapat bermanfaat baik untuk penggunaan komersial maupun pribadi. Hanya perlu tekad untuk maju, dan faktanya tetap bahwa kursus di bidang teknik sirkuit dapat memberi Anda tempat yang memuaskan dalam robotika, serta peluang menjanjikan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiono Mismail, 2011. "Dasar Teknik Elektronika (Rangkaian Listrik) Jilid 1" Penerbit Universitas Brawijaya Press (UB Press) Malang.
- Budiono Mismail, 2011. "Dasar Teknik Elektronika Jilid 2" Penerbit Universitas Brawijaya Press (UB Press) Malang.
- D.Chattopadhyay, PC Rakshit, B Saha, NN Purkait, 1989, Dasar Elektronika, Universitas Indonesia.
- David, A.D, (1994), Electronic instrumentation and Measurements, Prentice Hall, New Jersey.
- Errest O. Doebelin.(1983). Measurement System. Application and Design Singapore: Mc Graw – Hill International Book.
- Ganti Depari, 2000, Pokok-pokok Elektronika, M2S Bandung.
- Harmonyati B.K, 1981, Rangkaian Listrik I, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hyat, William, 1972, Engineering Circuit Analysis, Mc Graw Hill., Singapore.
- John Adler dan Sutono, 2019. "Elektronika Dasar". Penerbit Informatika.
- Johnson, David. E, 1997, Electric Circuit Analysis, Prentice Hall, London.
- Malvino dan Hanapi Gunawan, 1981. "Prinsip-prinsip Elektronik" Penerbit Erlangga Jakarta.
- Malvino, 2003, Prinsip-prinsip Elektronika, Salemba Teknika.
- Margiono Abdillah, 2018. "Pengetahuan Dasar Elektronika Analog dan Digital", Penerbit YKT, Pontianak.
- Milman dan Halkias, 1984. "Elektronika Terpadu" Penerbit Erlangga Jakarta.
- Soedjana, S., Nishino, O. (1976). Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik.Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Sutrino, 1986, Elektronika (Teori dan Penerapannya), Penerbit ITB.
- T. Radya Sahisnu, Zulfi Khibron, 2018. "Dasar Listrik dan Elektronika" Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Thomas Sri Widodo, 2002, Elektronika Dasar, Penerbit Salemba Teknika.
- Wasito, 2004, Vademekum Elektronika, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yuli Asmi Rahman, 2011, Aplikasi Karakteristik Penyearah Satu Fase Terke.

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

RANGKAIAN DASAR ELEKTRONIKA

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen dan ilmu sosiologi. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik).

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-5734-80-4 (PDF)



RANGKAIAN DASAR ELEKTRONIKA

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang

Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id