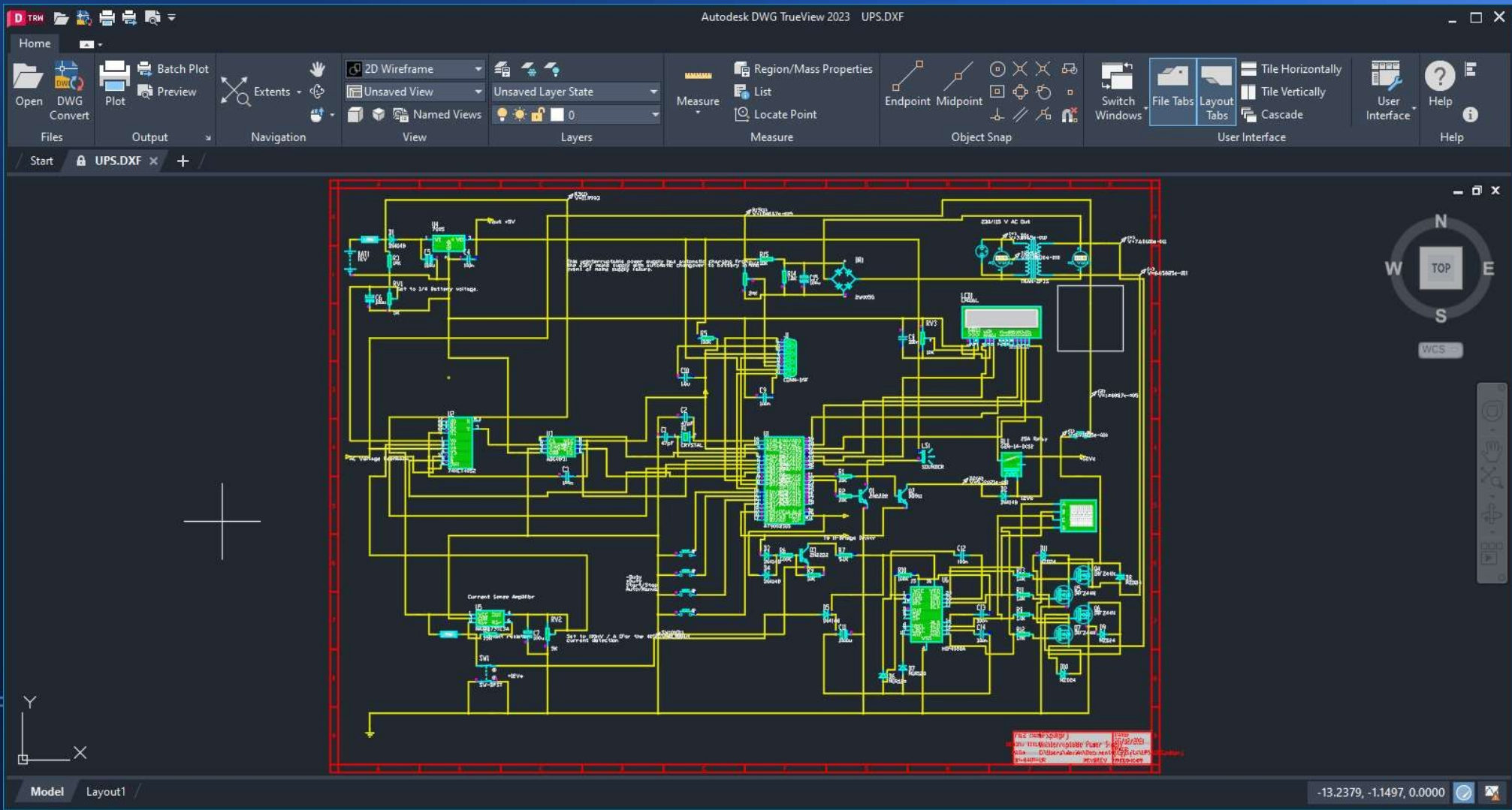


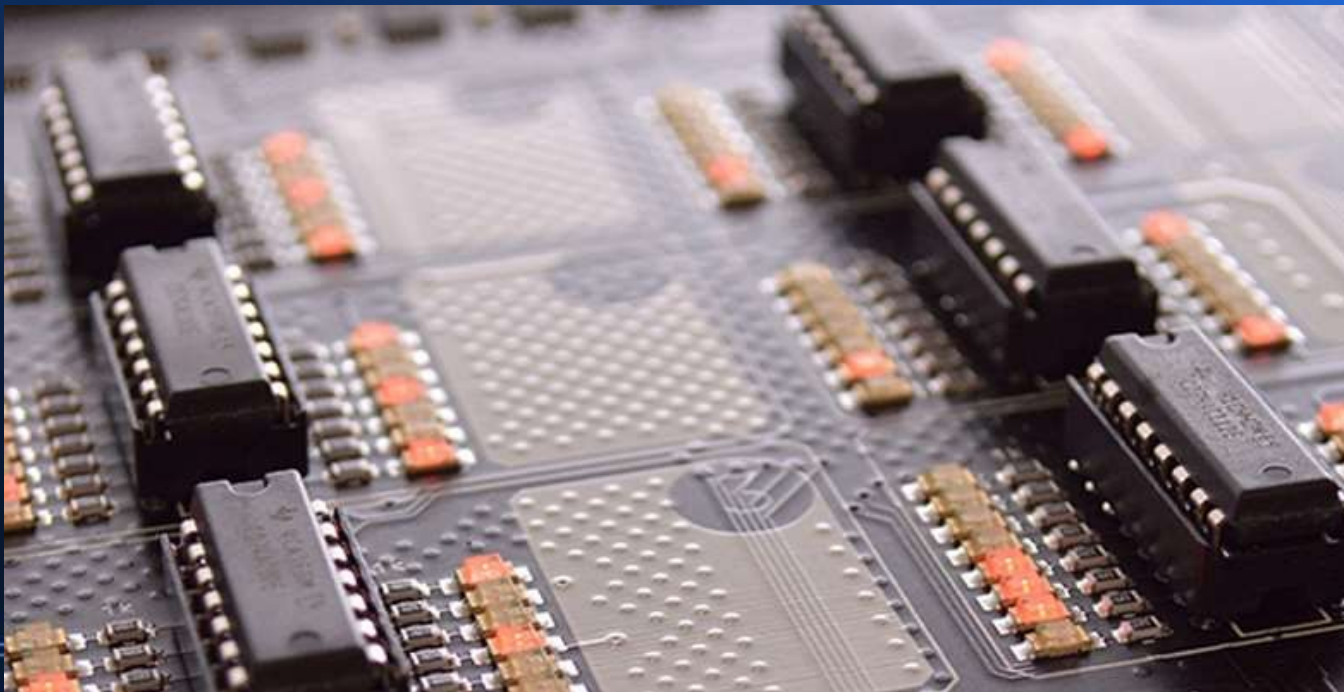
以前的设计是CAD（计算机辅助设计）原理图。

Copyright © David Norris, 2022



电子学简介

- "电子学是关于操纵电力来完成一项特定的任务，在很大程度上是一种实践的努力。由于建立电子电路的结果通常是一个执行任务的设备，



电子技术是21st 世纪生活的基础!

- 电子设备和系统是现代生活的基础。在这门入门课程中，我将向你展示电子设备和系统对现代生活的重要性，它们渗透到我们所做的一切，并解释一些解释其运作的基本思想。
- 先进的现代电子设备通常被说成是自主的。
- 任何自主系统都有三个基本方面：使用传感器感知环境，通过逻辑和信息处理进行推理，然后通过执行器与环境互动。这些都被称为感知-逻辑-执行循环。

一个重要的安全警告!

- 尽管我可能会提到在更高电压下工作的设备（例如，由主电源供电的台式电源），但所介绍的所有电路都是在最高24伏的电压下工作的--大多数在12伏或更低的电压下工作。
- 我们将提供关于如何供电的详细信息。然而，在任何情况下，您家中的电源都不能用于任何演示。世界各地的电源包括100伏（日本）、110伏（美国）、220伏（中国）、230伏英国/欧盟和240伏（澳大利亚）。这些都是非常危险的，无论从电压还是从它们能够提供的电流来看。永远不要被诱惑使用主电源为你的电路供电。我不能过分强调这一点。
- 合适的电源包括电池--（将给出细节），以及经批准的台式电源（一般来说

电力和电子：区别

- 电能就是使电磁能在电路中流动，从而驱动像电动机或加热元件这样的东西，为电饭煲、水壶、车辆和机器等电器提供动力。一般来说，电器需要大量的能量来使它们工作，所以它们使用相当大的（通常是相当危险的）电流。电水壶内2300瓦的加热元件（在欧盟电压230伏下运行）的电流为10安培。相比之下，电子元件使用的电流是以毫安（mA）或甚至微安（ μA ）为单位（分别为安培的千分之一和百万分之一）！换句话说，一个典型的电器可能使用的电流比一个典型的电子元件大几十倍、几百倍甚至几千倍--此外，主电源具有相对较高的交流电压，例如：100V（日本）、110V（美国）、220V（中国）230V（英国/欧盟）和240V（澳大利亚）。

电力和电子：区别

- 以微波炉为例。电流提供电源，产生2.4Ghz的高能无线电波，用于烹调食物；但电子电路控制操作和定时功能。
- 与高压交流电源不同，电子电路在低直流电压下工作。例如，TTL（晶体管-晶体管逻辑）电路只在5伏直流电压下工作--标准美国充电器的电压。
- 左图：我设计的专业充电器，为英国和爱尔兰共和国的建筑业

的USB设备充电。该供应

-是一个降低的低电压电源（55-0-55伏交流电，中心点接地）。

这比建筑业的230伏主电源要安全得多。



模拟和数字电子：区别

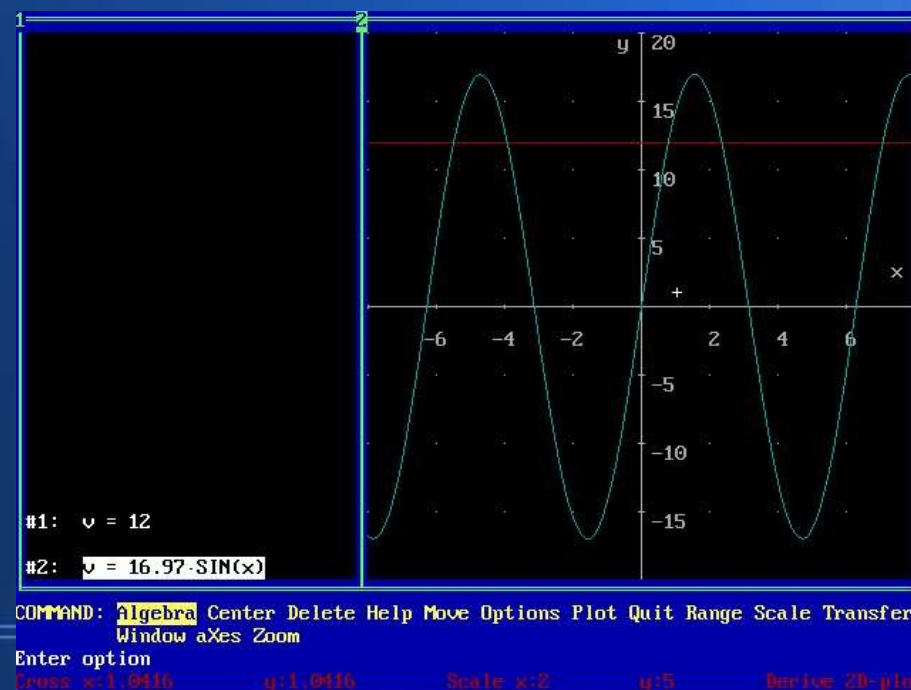
- 有两种非常不同的存储信息的方式，即模拟和数字。我们希望表达的大多数东西都是模拟量--声音强度、温度、光强度--当然还有电压都是例子。传统的声音记录方法，如黑胶唱片和磁带是模拟的。录音是声音的 "类比"。
- 然而，现代录音是以完全不同的方式存储声音。它不是保存直接播放的可识别的声音模式，而是将振幅和频率成分转换为二进制数字，并存储这些数字。储存数字、编码版本的东西被称为数字。

直接和交流电流

- 实际上，有两种基本的电力 "类型"，即直流和交流电。
- 直接电流只在一个恒定的方向上流动。来源的例子包括电池、发电机和光伏（太阳能）板。
- 交流电在电压和极性上有周期性的变化。每秒钟的变化次数被称为其频率，以赫兹为单位测量。北美和南美的梅森电源每秒有60个周期（60Hz），在世界其他地区每秒有50个周期（50Hz）。
- 直流电源的电压很容易测量!但交流电呢？这里的RMS（代表均方根）--"平均"电压。

交流和直流

- 红色显示的直流电，有一个恒定的电压和方向。这是12伏的电压，如来自汽车电池。交流，显示为蓝色，有一个频率和有效电压。
- 交流电的RMS（均方根）电压为12伏，峰值电压为 $12 \times \sqrt{2} \approx 16.97$ 伏。该软件是Derive，来自德州仪器。



电子元件

- 电子设备内部的电路乍看之下令人费解：它们由具有不同功能的元件组成，这些元件通过电线或印刷金属连接件连接在一起。
 - .电子电路是由数量相对较少的标准元件类型构成的。但是，正如你可以用相对较少的材料建造各种结构一样，你也可以用无穷无尽的电路设计来达到特定的目的。
- 这与存在的一切，包括我们自己的身体，都是由92种自然发生的化学元素构成的。

电阻器

这些是任何电路中最简单的元件。它们的工作是限制电子的流动，并通过将电能转换为热能来减少流动的电流或电压。电阻器有许多不同的类型和材料结构。可变电阻可以有一个可变的电阻值，所以当你调整它们时，它们会改变电阻的大小。例如，音频设备中的音量控制，经常使用像这样的可变电阻器。流淌在电阻器中的电流=电压 (V) /电阻 (Ω)。例如，12V /4Ω - 3安培 (A) 。

功率可以通过电压X电流找到。在上面的例子中，12V X 3A = 36W = 瓦特。这大约是电烙铁功率。

电容器

- 这些相对简单的元件由两块导电材料（通常是金属）组成，被一种称为电介质的非导电（绝缘）材料分开。它们经常被用作计时装置，但它们也可以分离交流和直流电流，也可以以其他方式分离不同频率的信号。在收音机中，最重要的工作之一，即调到你想听的电台，是由一个可变电容完成的。电容的单位是法拉，F。由于法拉是一个非常大的单位，一个电路值的例子可能是 $3.3\mu\text{F}$ 或微法拉。

二极管

- 二极管相当于流体力学中的阀门，它允许电流只以一个方向流过它们。二极管可以用来将交流电（在电路中来回流动的电流，不断地扭转方向）变为直流电（始终以同一方向流动的电流）。四个二极管组成一个基本的桥式整流器。

电感器

- 电感器利用了电流流动的电磁学特性。一个基本的电感器是一个电线线圈，虽然电感量可以使用铁氧体磁芯来增加。一个变压器是一个双绕组的电感器。电感的单位是亨利，H。亨利是一个非常大的单位，所以典型的值可能是微亨德里， μH 。

晶体管

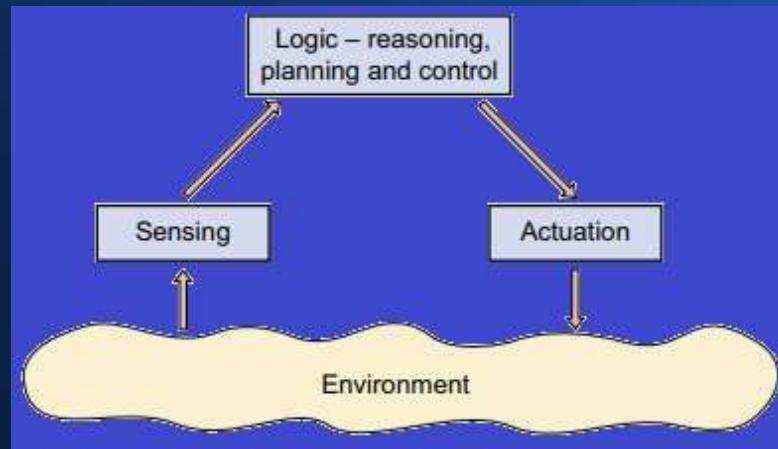
- 晶体管是电子设备中最广为人知的元件，它可以开启和关闭微小的电流，或将其放大。作为开关的晶体管在基本层面上充当计算机中的存储器，而作为放大器的晶体管在音频设备中提高声音的音量。当晶体管连接在一起时，它们构成了称为逻辑门（AND、OR、NOT等）的设备，可以执行非常基本的决策形式。（晶闸管有一点像晶体管，但功能非常不同）。

光电子（光学电子）元件

- 有各种组件可以将光变成电，或者反过来。光伏电池（也被称为光电电池）在光线落在它们身上时产生电流，它们被用于各种类型的传感设备，包括某种类型的烟雾探测器。发光二极管（LED）以相反的方向工作，将小电流转换为光，通常用于音频设备的仪表板上。液晶显示器（LCD），如平板电视和笔记本电脑中使用的那些，是更复杂的光电子学的例子。
- 在大范围内，光伏电池将太阳能转化为电能。我计划在非洲西部建立一个太阳能电子企业。
- 而正如我们即将看到的，传感/逻辑/执行的循环在很大程度上取决于传感器，包括光电设备。

什么是感应-逻辑-执行周期？

- 电子设备可以感知周围的世界，将各种物理现象转换为传达有用信息的电信号。这种设备（称为传感器）具有类似于我们人类自身感官的能力：听觉（麦克风）、视觉（照相机，包括可见光和红外线，以及接近传感器）、触觉（压电传感器），以及嗅觉和/或味觉（化学传感器）。



感知--一个简单的例子

- 在Proteus模拟中作为日光传感器使用的光依赖电阻。由于该传感器是虚拟的，电筒代表了实际的日光。在下面的电路中，一个UA741被配置为一个简单的比较器。说明照明

可以用一个与光有关的电阻来控制。LDR作为日光检测器。

这个想法是，当光线低于一个给定的水平时，就会自动触发照明。本演示中的电筒在本演示电路中代表了日光。而这里的UA741运算放大器被用作比较器。参考电压是电源电压的一半。

感应--白天（手电筒关闭） --注意D1发光二极管处于关闭状态。

一旦光照度使电

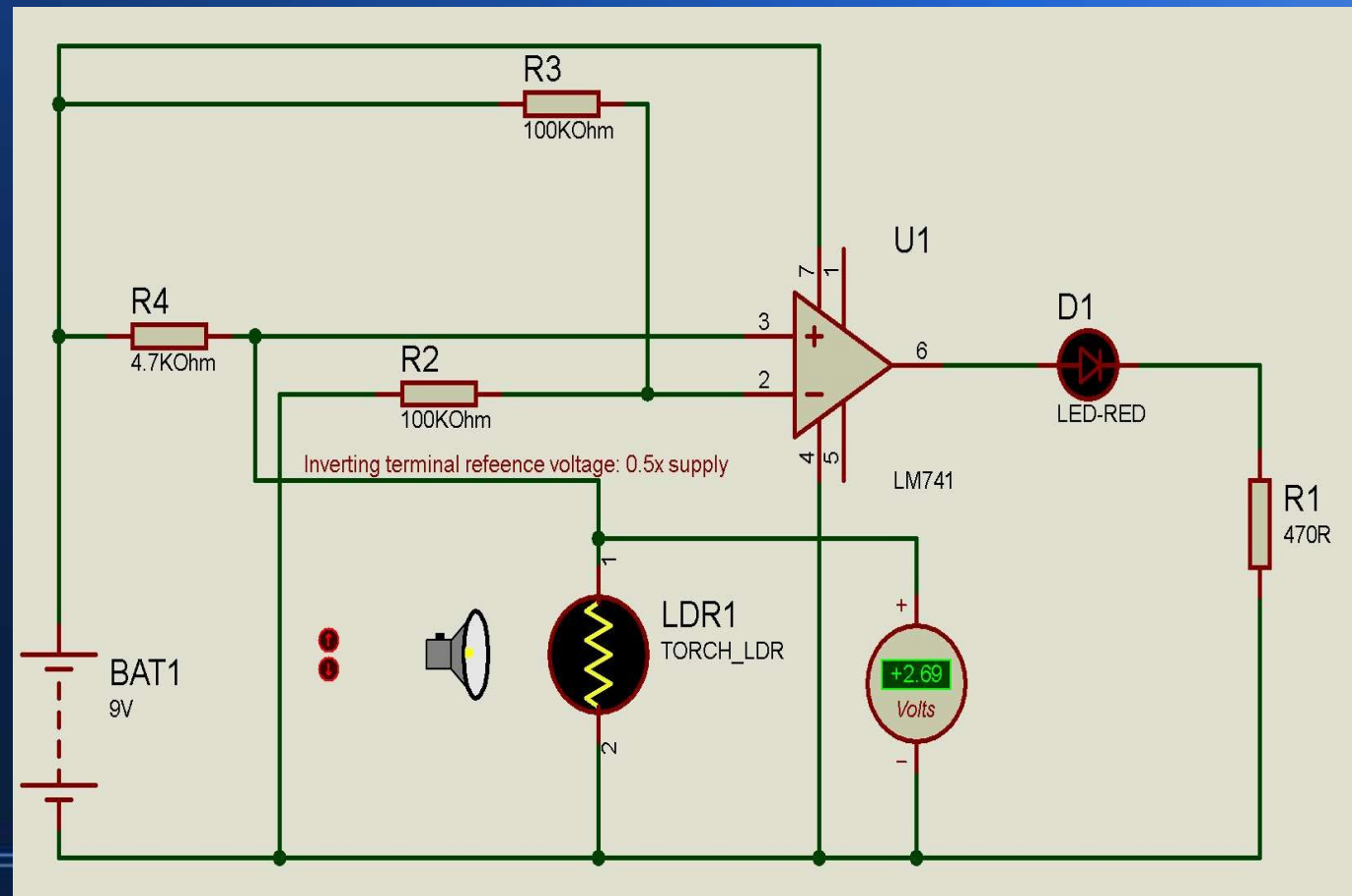
压低于参考值

4.5v，D1就会关

闭。

一个简单的方法来

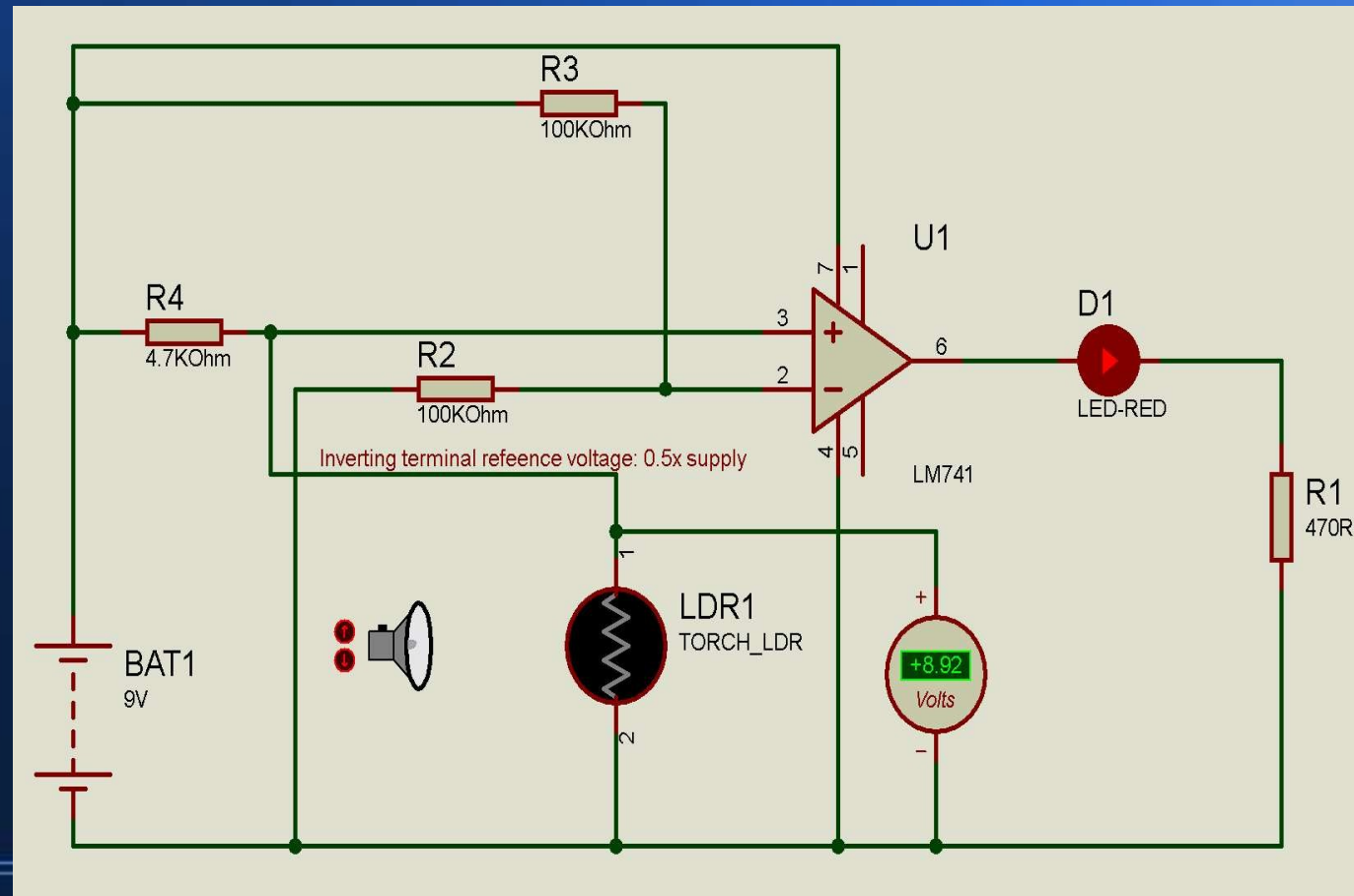
自动化照明。



感应--夜间（手电筒关闭） --注意D1发光二极管为ON

8.92v高于参考

电压。

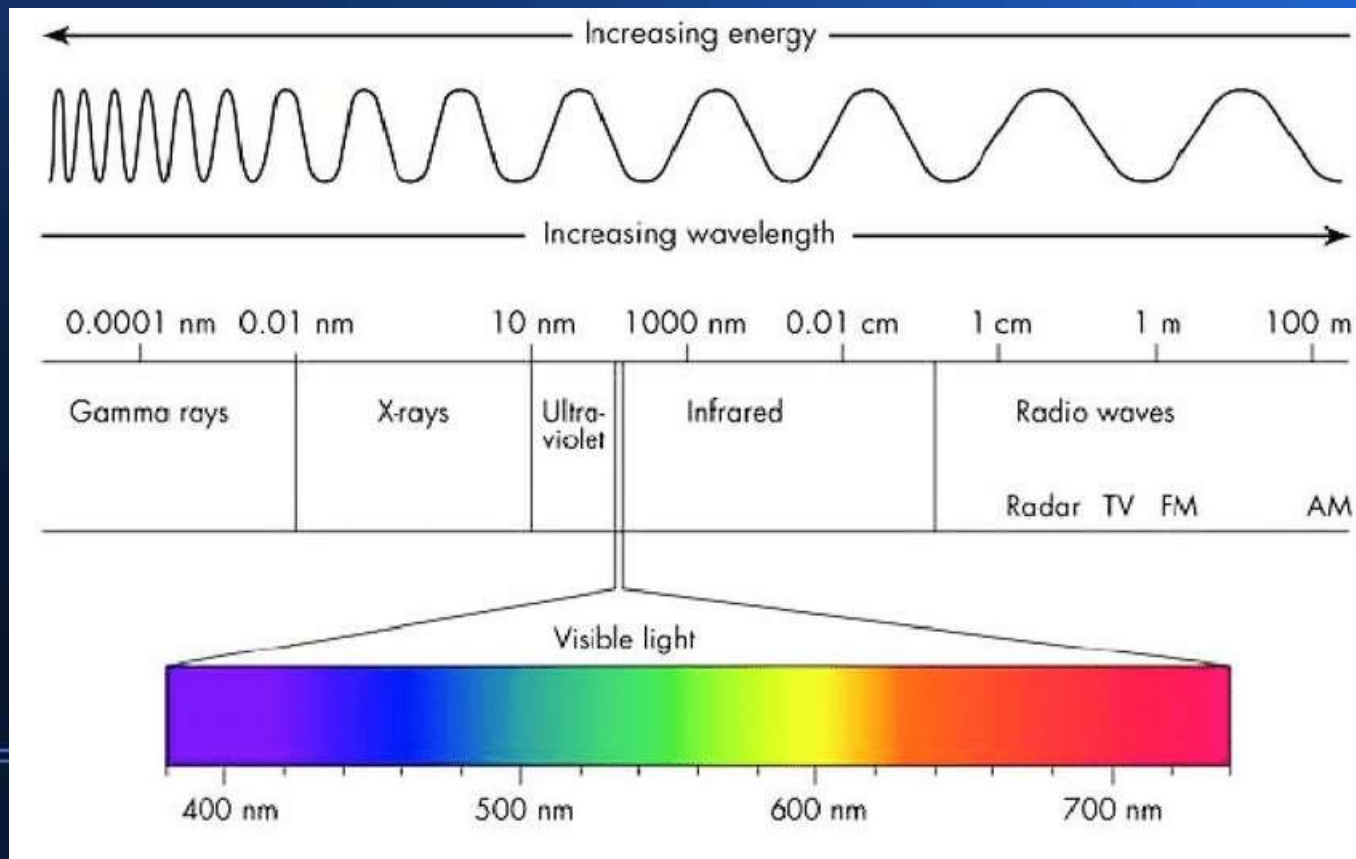


超越人类感官的感知

- 有可能设计出能够感知我们无法直接感知的事物的电子设备。
。举几个例子来说：
- 超声波使我们能够 "看到 "我们的身体内部；
- 红外线相机的图像使我们能够 "看到 "辐射热量的图片；
- 太赫兹（微米）图像使我们能够看穿不透明的材料
- 我们的眼睛只对电磁规格中的一个微小 "窗口 "敏感

电磁波谱

- 我们的眼睛只感知0.4-0.7毫米的波长。



逻辑 - 它是什么？

- 有时，来自传感器的信息被直接反馈给人，让其采取行动，如视觉显示。然而，在许多情况下，这些信息被用来自动控制系统。要做到这一点需要逻辑功能，这些功能由逻辑电路或可编程的微处理器或微控制器来完成。

执行

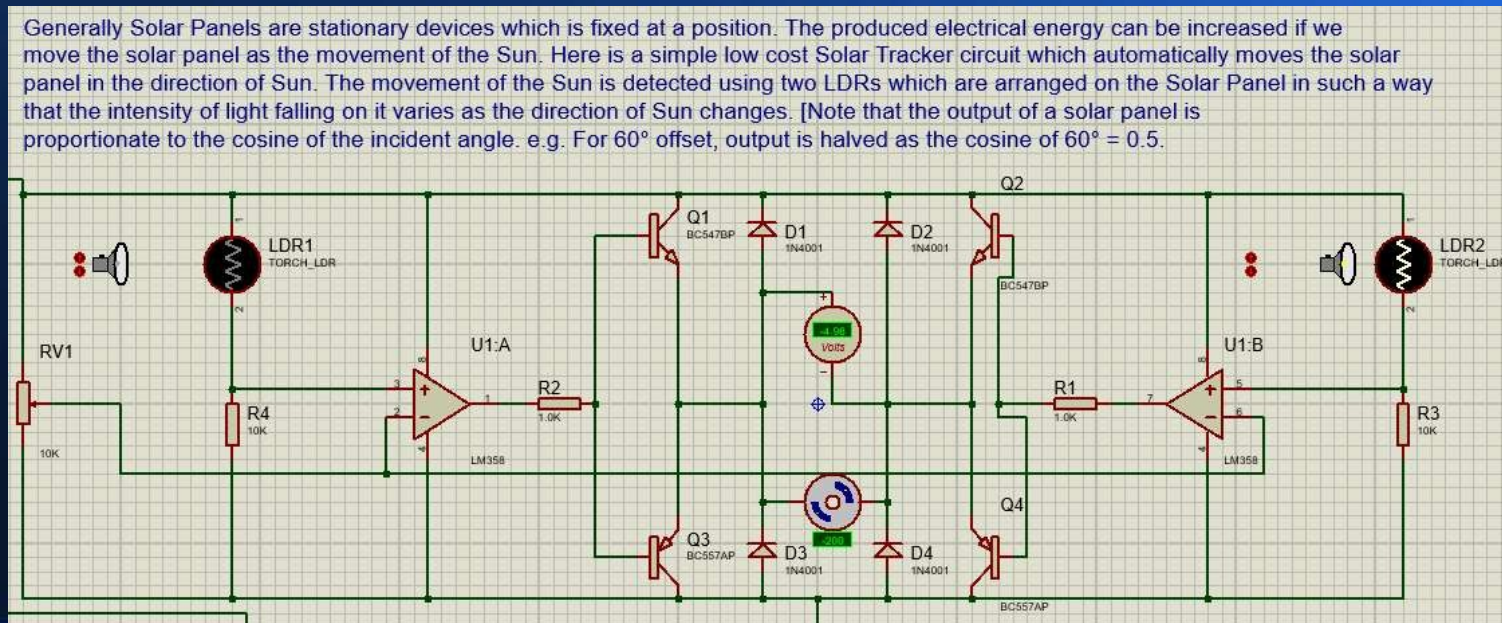
- 执行器是控制自主系统中运动的部件。在许多系统中，各种类型的执行器被自动控制以提供所需的行为。例子包括电动马达（包括步进马达）和气动执行器。
- 通过巧妙地使用驱动装置，机器人技术成为可能!

执行

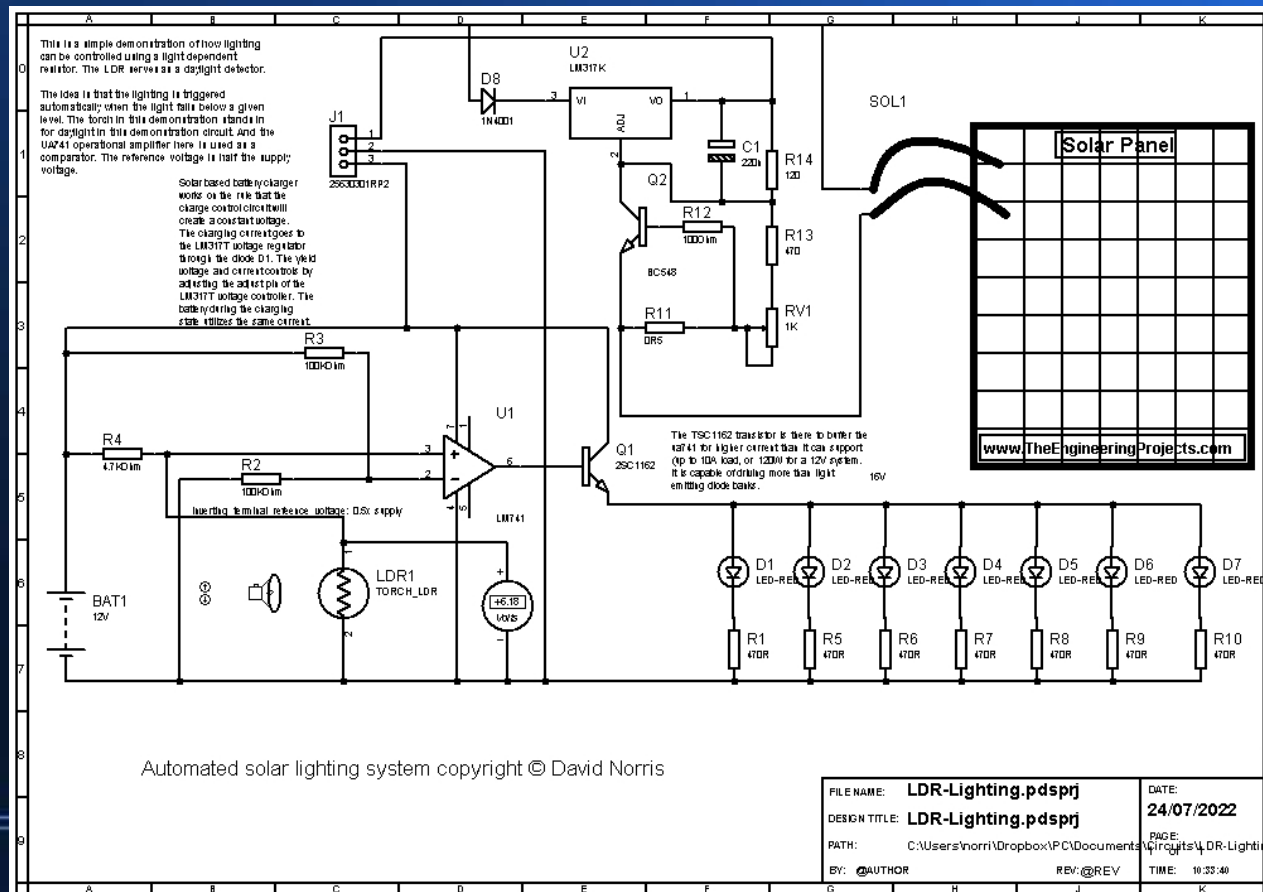
- 执行器是控制自主系统中运动的部件。在许多系统中，各种类型的执行器被自动控制以提供所需的行为。例子包括电动马达（包括步进马达）和气动执行器。
- 通过巧妙地使用驱动装置，机器人技术成为可能!

一种简单的分析性控制方法--双反馈回路

- 这是一个模拟反馈控制回路的简单例子。没有数字控制。在这里，驱动是通过两个运算放大器，它们被设置为比较器--如果一个LDR检测到比另一个更多的光，它就会比另一个输出更多的电压，并转动电机，直到LDR接收到相等的光强度。很简单，但很有效。



一个全自动的、由太阳能供电的照明系统。感应使用与光有关的电阻，运算放大器在此应用中是一个比较器。 Copyright © David Norris, 2022



电压、电流、电阻和功率之间的关系

- 对于直流电路来说，这些关系是直接的...
- 功率 (W) = 电压 (V) x 电流 (以安培为单位，符号I) 。
- 电阻 (W) = V/I
- 因此，功率是电压和电流的乘积，而电流在大多数材料中与电流成正比，被称为 "欧姆"。
- 但请注意，有些材料没有欧姆关系-- (见后面的二极管和晶体管！) 这些材料被称为非欧姆。
- 而对于交流电路，请注意，它涉及的内容更多!我们稍后也会讲到电阻

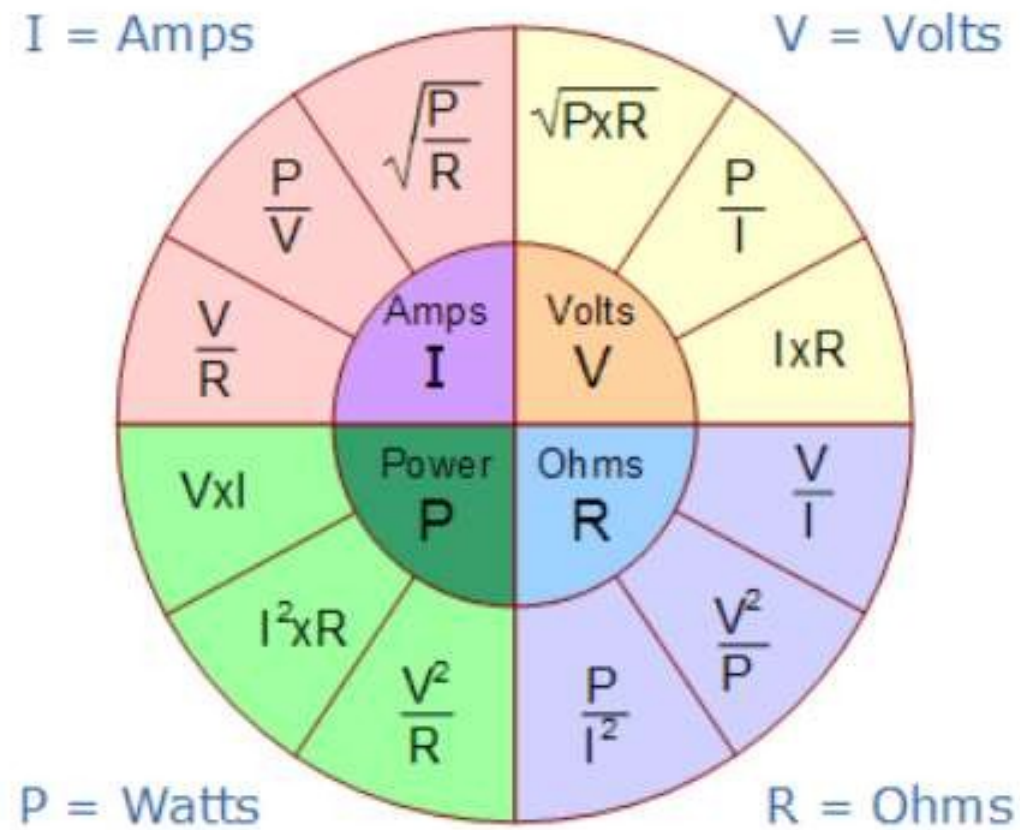
前缀--适用于大批量和小批量

- 也有较大和较小的前缀!
- 但会有足够的资金来启动。
- 这些都是SI单位。

Prefix	Symbol	Multiple of standard unit		Example
micro	μ	one millionth	10^{-6}	microamp, μA
milli	m	one thousandth	10^{-3}	millivolt, mV
kilo	k	one thousand	10^3	kilo-ohm, $\text{k}\Omega$
mega	M	one million	10^6	megawatt, MW

记住欧姆定律的一个简单方法...

Ohms Law Pie Chart



一些基本组成部分

- 最基本的电子元件的功能
- 端子和连接器：用于进行电气连接的部件。
- 电阻器：用来抵抗电流的元件。
- 开关：可使其导电（关闭）或不导电（打开）的部件。
- 电容器：在电场中储存电荷的元件。
- 磁性或感应性元件：这些是利用磁力的电气元件，如电感器。
- 网络组件：使用1种以上无源元件的元件。
- 压电设备，晶体，谐振器：利用压电的无源元件。效果。
- 半导体：没有活动部件的电子控制部件。
- 二极管：只在一个方向上导电的元件。

电路介绍

Quantity	Quantity Symbol	Unit	Unit Symbol	Quantity	Quantity Symbol	Unit	Unit Symbol
Length	l	metre	m	Resistance	R	ohm	Ω
Mass	m	kilogram	kg	Conductance	G	siemen	S
Time	t	second	s	Electromotive force	E	volt	V
Velocity	v	metres per second	m/s or m s^{-1}	Potential difference	V	volt	V
Acceleration	a	metres per second squared	m/s^2 or m s^{-2}	Work	W	joule	J
Force	F	newton	N	Energy	E (or W)	joule	J
Electrical charge or quantity	Q	coulomb	C	Power	P	watt	W
Electric current	I	ampere	A	These are the units we need in our discussion of electrical machines. Please use these symbols to prevent confusion.			
				All of these are S.I units.			

电气特性

- 电气特性通常在机械世界中具有物理等效性.....

壓力	G/m ²	电气压力	电压(V)
目前	公升/秒	电流	安培(I)
摩擦力	牛顿	阻力	欧姆(W)
产量	公升	收费	库洛姆 (C)
-	-	权力	瓦特(W)
热导率	W/M ² .K	电导率	西门子 (s)

-	-	电感	亨德里斯(L)
---	---	----	---------



欧姆定律--更详细

- 欧姆定律
- 欧姆定律指出，在一个电路中流动的电流I：
 - 与所施加的电压V直接成正比，并且
 - 与电阻R成反比，条件是
 - 温度保持不变。因此、
- $I = V/R$ 或 $V = IR$ 或 $R = V/I$
- 这就好比水管中的电流。电流与压力成正比，而与摩擦力成反比。

计算实例

- 发光二极管需要一个限流电阻，以确保流过发光二极管的电流不超过20mA（否则会烧坏）。而电压是来自PP3电池的9V。我们可以使用的最低电阻值是多少？（请注意，I.e.d没有欧姆电阻，它在电路中引入了一个电压降。它是一个非欧姆器件的例子。在没有限制性电阻的情况下，电流将是： $9V / 0W = \infty!$ 。在实践中，电池可以提供的最大电流。这将烧毁L.E.D）。
- 参照欧姆定律， $R = V/I = 9 \times 0.002 = 4500W$ 或4.5kW。由于4.5kW不是一个优选值，在实践中我会使用4.7kW或4k7的电阻。
- 但是--你怎么能知道一个电阻的价值呢？

电阻器颜色代码

- 我们的4k7电阻将有带子：黄色、紫色、棕色（这里的公差不是太关键）。

Color	Value	Multiplier	Tolerance
Black	0	$\times 10^0$	$\pm 20\%$
Brown	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
Red	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Orange	3	$\times 10^3$	$\pm 3\%$
Yellow	4	$\times 10^4$	- 0, + 100%
Green	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Blue	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$
Violet	7	$\times 10^7$	$\pm 0.10\%$
Gray	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$
White	9	$\times 10^9$	$\pm 10\%$
Gold	-	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Silver	-	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$

4-band resistor



270 ohms $\pm 5\%$

5-band resistor



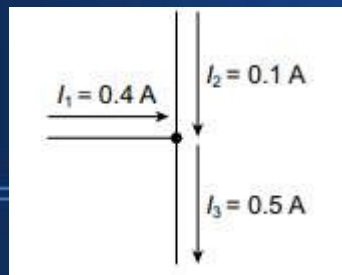
100k ohms $\pm 1\%$

欧姆定律练习

- 一个水壶元件被设计为从230V电源中吸取10A的电流。找出：该元件的电阻和水壶的额定功率？
- $r(w) = v/i = 230/10 = 23w$
- 功率 (W) = $VI = 230V \times 10A = 2300W$ 或
2.3KW。

基尔霍夫第一定律（电流定律）

- 在电路中的任何结点或节点，流入该节点的电流之和等于流出该节点的电流之和。这就等于说，电荷既不能储存在这些节点上，也不能从这些节点上发出。这是一条需要记住的有用规则--它有助于在思考问题时能够区分可以储存能量的地方（电感和电容，关于这一点，后面会有更多介绍）和不能储存的地方（如连接器、电阻和传感器）。



基尔霍夫定律 | KCL & KVL

- 基尔霍夫电压法(KVL)
- 第二定律也被称为基尔霍夫电压定律 (KVL)。它指出，闭合回路中所有元件的电压上升和电压下降之和等于零。以公式形式表示：
- $\sum_{i=1}^n V_i = 0$

基尔霍夫的电压法：

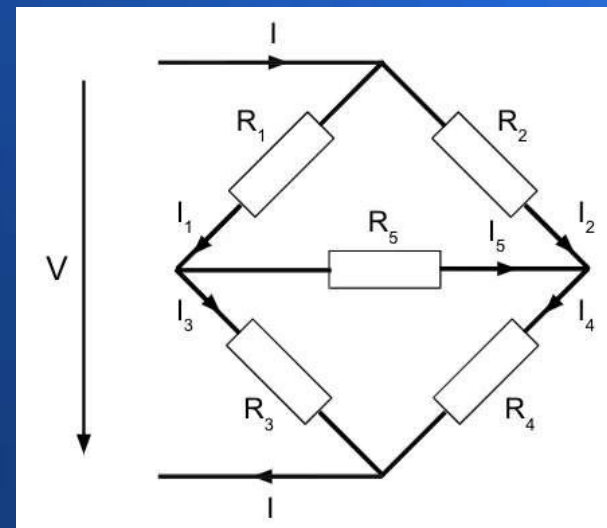
$$\sum_k V_k = 0 \quad \text{where } k = 1, 2, 3, 4, \dots$$
$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots = 0$$

基尔霍夫的电流法：

$$\sum_k i_k = 0 \quad \text{where } k = 1, 2, 3, 4, \dots$$
$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + \dots = 0$$

基尔乔夫定律实例：惠斯通电桥

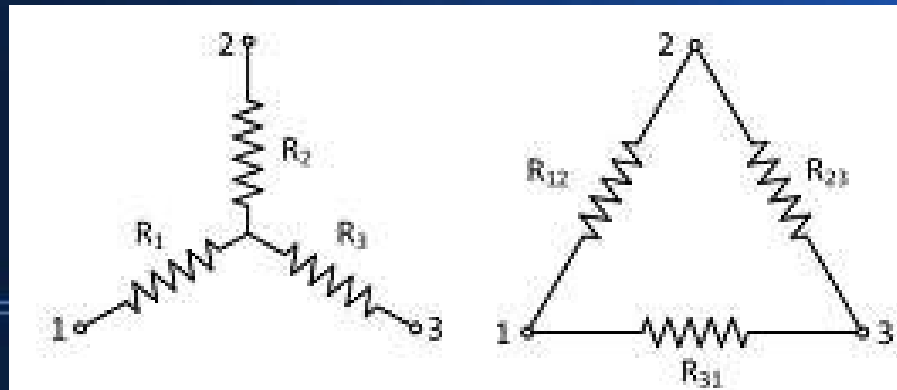
- 桥式电路是电子学中一个非常常见的工具。它们被用于测量、传感器和开关电路。我在读本科时就有一个涉及桥式电路的作业。在这个例子中，我们将展示如何使用基尔霍夫定律来确定电流 I_5 。该电路有四个桥段，带有电阻 R_1 - R_4 。有一个跨桥连接的电阻 R_5 。该桥受到恒定电压 V 和电流 I 的影响。
- 第一个基尔霍夫定律（KCL）指出，一个节点的所有电流之和为零。因此，进入的总电流必须等于离开的总电流--电子和能量不能被制成或销毁。



基尔霍夫定律示例：星-三角（或Y-D）

转换

- 基尔霍夫定律可用于将星形（也称为Y形）连接转换为三角形连接。例如，这种连接经常出现在三相交流系统中，（例如欧盟的400/230V主电源）。除三相变压器外，星形三角连接的一个广泛用途是限制电动机的启动电流。高启动电流会导致电力系统中的高电压降。作为一种解决方案，电动机绕组在启动时以星形配置连接，然后改为三角连接。



电容

- 电容是储存在导体上的电荷量与电动势差的比率。
- 通常情况下，两个导体用于分离电荷，一个导体带正电，另一个带负电，但系统的总电荷为零。在这种情况下，比率是任何一个导体上的电荷量和两个导体之间测量的电位差的大小。
- 电容仅是设计的几何形状（板块的面积和它们之间的距离）和电容器板块之间的介电材料的介电率的函数。对于许多介电材料来说，介电率和电容都与导体之间的电位差和导体上的总电荷无关。
- 电容的单位是法拉（F）。一个1法拉的电容器，当充有1库仑的电荷时，其板间的电位差为1伏。电容的倒数被称为弹性。计算容性电抗的公式是： $X_c = 1 / (2\pi f C)$ 其中F是赫兹，C是法拉。

电容性电抗实例

$$X_c = \frac{1}{(2\pi FC)}$$

- 求一个1uF的电容在电源频率为50Hz时的电抗。
- $X_c = 1/(2\pi FC) = 1/(2\pi(50)(0.000001)) = 3.183k\Omega$
- 在直流电源上，电容器只需充电到电源电压，然后就没有进一步的电流流动。对于交流电，极性不断逆转，因此电容器永远不会赶上电压--允许 "流动 "的电流! "




感应电抗例子

$$X_L = 2\pi FL$$

- 例如，以一个10000mH的电感器为例，电源频率为50Hz：
- $X_L = 2\pi FL = 2\pi(50)(0.01) = 3.14\Omega$
- 记住，10000mH=10mH!
- 当直流电被施加到电感器上时，会出现一个短暂的高电压尖峰（称为反向电磁场），然后不断流动的电流不会再在电感器中感应到电压。对于交流来说，电流是不断变化的！因此，会产生一个反向电压！因此，一个反向电压被诱导出来，试图反对电流的流

串联和配对的电阻器、电容器和电感器

- 背诵!

Elements	RESISTOR	CAPACITOR	INDUCTOR
Symbol			
Denoted by	R	C	L
Equation	$R = \frac{V}{I}$	$C = \frac{Q}{V}$	$L = \frac{V_L}{(di/dt)}$
Series	$R_T = R_1 + R_2$	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$L_T = L_1 + L_2$
Parallel	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$C_T = C_1 + C_2$	$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$

电阻率 - 简要介绍

- 电阻率是衡量一种材料反对电流流动的特性。它以欧姆-米 ($\Omega\cdot m$) 表示。电阻率的符号通常是希腊字母 ρ (rho)。高电阻率意味着材料不导电。电荷很好。电阻率低意味着是一个好的导体!
- 电阻率被定义为材料内部的电场与通过它的电流之间的关系，是一种结果：
 - $\rho = E/J$ ，其中：
 - 其中 ρ 是材料的电阻率 ($\Omega\cdot m$)、
 - E 是材料中电场的大小 (V/m)、
 - J 是材料中电流密度的大小 (A/m^2)
 - 如果通过一种材料的电场 (E) 非常大，而电流 (J) 的流量非常小，这意味着该材料具有高电阻率。
- 举例来说，铜线的电阻率比镍铬合金线（用于制造加热元件）低。

电线电阻

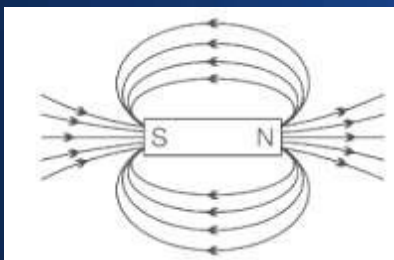
- 一根电线的实际电阻值是多少？一根电线的电阻值取决于以下三个参数：电阻率、长度和直径。计算电线电阻的公式如下：
- $R = \rho (l / A)$
- 其中R为电阻，单位为（ Ω ）、
- ρ 是材料的电阻率（ $\Omega\cdot m$ ）、
- l是材料的长度（米）、
- A是材料的横截面积（ m^2 ）。
- 由此可见，一条长的细线的电阻要比相同材料的短的粗线的电阻高得多。

电阻率的例子

Material	ρ ($\Omega \cdot m$) at 20°C	σ (S/m) at 20°C	Temperature coefficient (1/°C) $\times 10^{-3}$
Silver	1.59×10^{-8}	6.30×10^7	3.8
Copper	1.68×10^{-8}	5.96×10^7	3.9
Gold	2.44×10^{-8}	4.10×10^7	3.4
Aluminum	2.82×10^{-8}	3.5×10^7	3.9
Tungsten	5.60×10^{-8}	1.79×10^7	4.5
Zinc	5.90×10^{-8}	1.69×10^7	3.7
Nickel	6.99×10^{-8}	1.43×10^7	6
Lithium	9.28×10^{-8}	1.08×10^7	6
Iron	1.0×10^{-7}	1.00×10^7	5
Platinum	1.06×10^{-7}	9.43×10^6	3.9
Tin	1.09×10^{-7}	9.17×10^6	4.5
Lead	2.2×10^{-7}	4.55×10^6	3.9
Manganin	4.82×10^{-7}	2.07×10^6	0.002
Constantan	4.9×10^{-7}	2.04×10^6	0.008
Mercury	9.8×10^{-7}	1.02×10^6	0.9
Nichrome	1.10×10^{-6}	9.09×10^5	0.4
Carbon (amorphous)	5×10^{-4} to 8×10^{-4}	1.25 to 2×10^3	-0.5

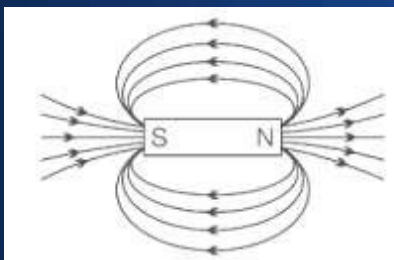
电磁学

- 磁铁是一种能产生磁场的材料或物体。虽然磁场是完全看不见的，但它会产生一种拉动其他铁磁性材料的力量，如铁、钢、镍和钴。它也可以吸引或排斥其他磁铁（同极排斥，异极吸引）。虽然磁铁会吸引这些磁性材料的例子，但非磁性材料，如橡胶、硬币、羽毛和皮革，却不会被吸引。这是一个简单的条形磁铁周围的磁场示意图：



电磁学

- 磁铁是一种能产生磁场的材料或物体。虽然磁场是完全看不见的，但它会产生一种拉动其他铁磁性材料的力量，如铁、钢、镍和钴。它还可以吸引或排斥其他磁铁（同极排斥，异极吸引）。虽然磁铁会吸引这些磁性材料的例子，但非磁性材料，如橡胶、硬币、羽毛和皮革，却不会被吸引。这是一个简单的条形磁铁周围的磁场示意图：



电磁学

- 电流通常由大量的电荷组成，这些电荷以协调的整体运动方式移动。然而，除非你看到它发热并开始发光，否则从外部不容易看出一根电线是否携带电流。
- 这是因为当电子在导体中移动时，导体保持电中性。任何从一端进入线段的多余电子将同时被从另一端离开线段的电子所弥补。请记住，导体的原子核中含有同样多的正电荷，因为其中有电子。
- 电磁学是检测和量化有多少安培的电流通过电路的最好方法。它是由构成电流的带负电荷的电子的运动产生的，而带正电荷的原子核则没有磁力作用，因为它们没有运动！因此，虽然从外部看电子和原子核的电影响被抵消了，但它们却没有磁力作用！因此，虽然从外面看，电子和原子核的电影响抵消

电磁学

- 首先，电磁场是如何产生的，又是什么决定了它们的强度？
- 电磁铁使用电流来产生我们刚刚讨论过的相同的磁力。我们使用电磁铁，从废品收购站的吊车吊起报废的汽车，到控制粒子加速器的光束，无所不包。但是，如果你仔细观察电磁铁，它只不过是一个环形的电线线圈，就像我们刚才提到的电机和电表中的线圈。
- 我们如何将同一个装置（线圈）用于两个不同的目的：在电流上产生一个力，如电机，以及将电流变成一个磁场？
- 回顾牛顿第三定律：每一个动作都会产生一个相等的相反的反应。在一个电机中，磁铁通过磁场对载流线圈产生了一个力。根据牛顿第三定律，载流线圈必须同时对磁铁施加一个力。这就是线圈产生的磁场，它使线圈成为一个

电磁学和安培定律

- 为了量化流动的电流所产生的磁场的强度和方向，最好从最简单的直导线的情况开始。
- 在所有情况下，磁场都与电流成正比。但磁场行为取决于你相对于导线的位置的方式在很大程度上受到导线几何形状的影响。
- 最简单的行为是在直线上发现的：在这种情况下，磁场与垂直于导线的测量距离成反比下降。
- 安培定律是安德烈-马里-安培的一个发现--它是牛顿第三定律的一个实例，因为它把磁力的 "来源 "和 "接受者 "放在平等的条件下--它们必须是平等的（因为作用力和反作用力是平等的！）。

电磁学--是时候来点数字了!

- 一特斯拉等于每米一牛顿和一安培。一个示范性的例子说明了这一点：它完全对应于一个特斯拉的磁通密度，它对一个1米长的电导体施加了1安培的电流，而该导体又传导了1牛顿的吸引力。
- 磁学中的单位特斯拉（T）：特斯拉是以工程师和发明家尼古拉-特斯拉命名的。磁通量密度的定义并不直接对应于磁场的定义。然而，它最终可以用高斯和特斯拉这两个量（单位）来指定。以下关系适用于转换特斯拉单位：
 - 1特斯拉=10,000高斯
 - 1 T = 1000 mT)
 - 1KG（外部）=0.1T

特斯拉单元的基本原理和计算方法

- 磁通量密度的定义与磁场的定义并不一致。然而，它最终可以用高斯和特斯拉这两个量（单位）来指定。以下关系适用于转换特斯拉单位：

- 1特斯拉=10,000高斯
- 1 T = 1000 mT (esla)
- 1KG（外部）=0.1T（ESLA）。

- 在物理学中，磁通密度用字母B来缩写。磁体是铁磁性的磁化材料。磁体的强度是由剩磁来描述的。因此，永久磁铁的剩磁单位也是高斯和特斯拉的单位。

特斯拉单位和计算方法：

- 磁通量密度最终可以从移动电荷的力中计算出来。以下关系适用：
- $1/T = 1(N/Am)$ 。
- 一特斯拉等于每米一牛顿和一安培。一个示范性的例子说明了这一点：它完全对应于一个特斯拉的磁通密度，它施加在一个1米长的电导体上，而这个电导体又传导着1安培的电流，正好是1牛顿的吸引力。必要的磁场是由导体中的电流或移动的电子产生的。

特斯拉单元的基本原理和计算方法

- 磁通密度必须除以真空的磁导率 μ_0 和材料的磁导率 μ --例如，线圈的磁芯材料（通常是变压器中的铁）：
$$H = 1/(\mu \mu_0) B$$

特斯拉单元的基本原理和计算方法

- 定义
- 一个携带一库仑电荷的粒子，垂直穿过一特斯拉的磁场，以每秒一米的速度移动，根据洛伦兹力定律，经历一个牛顿大小的力。特斯拉，像任何S.I单位一样，可以表示为：

$$T = \frac{V \cdot s}{m^2} = \frac{N}{A \cdot m} = \frac{J}{A \cdot m^2} = \frac{H \cdot A}{m^2} = \frac{Wb}{m^2} = \frac{kg}{C \cdot s} = \frac{N \cdot s}{C \cdot m} = \frac{kg}{A \cdot s^2}$$

材料的热特性：化学和机械设计

- 许多以电力为动力的机器被设计用来传递热量（和/或防止热量传递），这使得热设计成为一种考虑。此外，废热可以在任何机器中积累--因为没有任何形式的能量转换是100%有效的，一些能量会以热量的形式损失。电机、变压器甚至电子元件都会产生热量，因此热设计成为一个考虑因素。例如，你的电脑需要一个冷却风扇，而一些电子元件--特别是功率晶体管--可能需要一个散热片以避免过度加热。
- 热力学有3个定律。
- 热力学第一定律--能量不能被创造或破坏，但可以从一种形式转换为另一种形式；
- 热力学第二定律 - 对于一个自发的过程，宇宙的熵增加。
- 热力学第三定律 - 零开尔文的完美晶体的熵为零。

传热机制

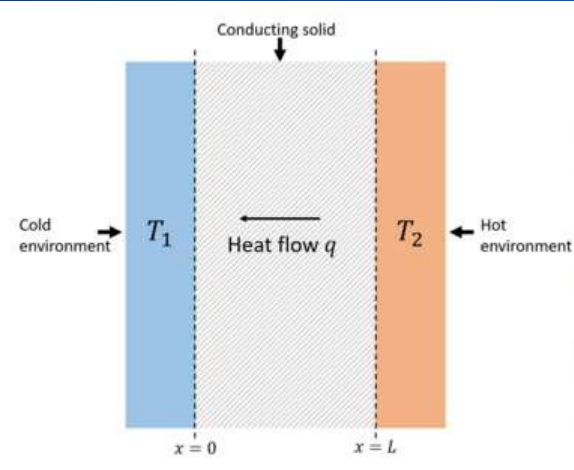
- 大致有四种传热机制。这些传热机制如下：
- 传导：这是热量的传递（通常是通过固体；被困的液体和气体的传导性很差）。例如，外壳内产生的热量通过传导方式转移到外表面。
- 对流是通过液体（液体或气体）从一个表面传递热量。对流发生在液体或气体受热时：它们膨胀、上升，并被较冷的液体取代。对流的数量可以通过使用风扇来增加流量。
- 辐射：这是一个过程，在一个物体的温度>绝对零度（- 273.16'C或0'K）的情况下，能量通过电磁辐射的方式被辐射掉。虽然对太阳等高温源有效，但对小的温差就不太有效了。
- 蒸发式冷却：液体的潜热可以通过吸收蒸发该液体所需的能量来传递热量。吸收的热

防止热传导

- 在某些情况下，热传递是不可取的。正如前面的幻灯片所示，热的转移有很多方式。它既有优点也有缺点。热量转移可以通过绝缘来控制 and 防止，从而使其向环境的转移降到最低。隔热的目的是防止热量从较高的温度转移到较低的温度，因此在设计隔热时必须考虑到所有的热量转移方式。隔热材料最重要的特性是导热性差，一种导热性差的材料可以作为一种良好的热绝缘体。
- 因为在同一物体或空间中，热传递可以以多种方式同时发生，所以需要一些专业知识来确保保温工作的正确进行

实践中的导热性...

- 一个好的绝缘体将表现出较差的热传导性...



$$q = -k \cdot \frac{T_2 - T_1}{L}$$

q = thermal conductivity

$T_2 - T_1$ is the temperature differential

L is the thickness of the conductor.

A is the surface area.

Thermal conductance is defined as kA/L and is measured in watts per degree Kelvin.

Thermal resistance is the inverse of thermal conductance, $L / (kA)$ and is measured in K/W .

The heat transfer coefficient = k/L , measured in watts per kelvin, $W/K.A$ - i.e watts per kelvin per square metre.

导热性能实例

- 考虑一下当冰柜里堆积了一层冰会发生什么。当这种情况发生时，冰柜保持食物冷冻的效率就会大大降低。在正常运行情况下，冰柜通过冰柜的铝壁传递热量来保持食物冷冻。冰箱内部保持在 -10°C ；这个温度是通过铝的另一面保持在 -25°C 的温度来维持。
-
- 铝的厚度为1.5毫米。铝的导热系数为 $240\text{J}/(\text{s m }^{\circ}\text{C})$ 。在温差为 15° 的情况下，每秒钟通过铝材传导的热量，可以从导热系数公式中计算出来：
- $q = kDt/l = 240(15)/0.0015) = 2.4 \times 10^6 \text{ J} / \text{s m}^2$ 。
- 这是一个良好的传热率。

导热性能实例

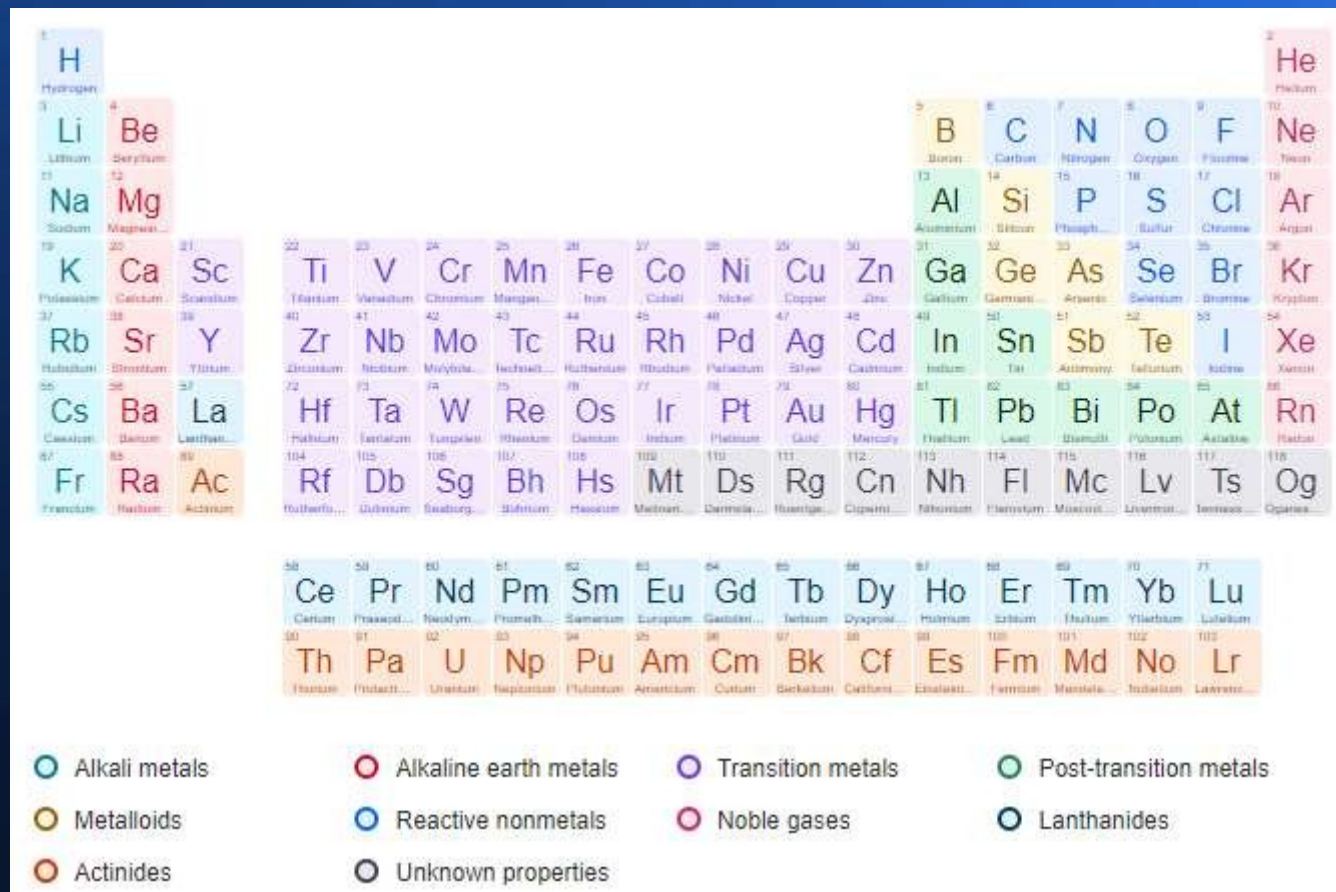
- 考虑一下当冰柜里堆积了一层冰会发生什么。当这种情况发生时，冰柜保持食物冷冻的效率就会大大降低。在正常运行情况下，冰柜通过冰柜的铝壁传递热量来保持食物冷冻。冰箱内部保持在 -10°C ；这个温度是通过铝的另一面保持在 -25°C 的温度来实现的。
-
- 铝的厚度为1.5毫米。铝的导热系数为 $240\text{J}/(\text{平方米}, \text{m}^{\circ}\text{C})$ 。在温差为 15° 的情况下，每秒钟通过铝材传导的热量，可以从导热系数公式中计算出来：
- $q = kDt/l = 240(15)/0.0015) = 2.4 \times 10^6 \text{ J} / \text{s m}^2$ 。
- 这是一个良好的传热率。

导热性能实例

- 如果冰柜内结了5毫米的冰会怎样？现在，热量必须从-10°C的冷冻室，通过5毫米的冰，然后通过1.5毫米的铝，转移到-25°C的铝的外部。通过冰和铝的传热速度必须相同（因为热量必须通过两者）；这样就可以计算出冰铝界面的温度。
- 将传热率设定为相等，就可以得到：
- $k_{ice} (-10 - T) / l_{ice} = k_{al} (T - 25) / l_{al}$
- 冰的导热系数为 $2.2 \text{ J} / (\text{s m}^\circ\text{C})$ 。
- 对T进行求解，可以得到 $T = (-10 k_{ice} / l_{ice} - 25 k_{al} / l_{al}) / (k_{ice} / l_{ice} + k_{al} / l_{al}) = -24.959^\circ\text{C}$
- 现在，通过铝传递的热量的温差为15°，而温差只有0.041°。这就得出了一个热传递率：
- $J = kDt/l = 240(0.041) / (0.0015) = 6.6 \times 10^3 \text{ J} / (\text{s m}^2)$ 。
- 因此，只要有5毫米的冰覆盖在墙壁上，热传导率就会减少300多倍！冰箱必须使用更多的能

元素周期表

(作为参考，硅和锗是Metalloids)。



误差和不确定因素

- 精确性和准确性：
- 准确度是指测量值与真实或接受值之间的接近程度（测量误差揭示了不准确的程度）。
- 精度是衡量同一数量的独立测量之间的一致性和一致程度（也是结果的可靠性或可重复性）。
- 一个电压表在对已知的10伏电压进行五次测量时，其读数分别为10、10、10、10和10伏，既精确又准确；
- 在已知电压为10伏的情况下，一个电表在五次测量中记录了8,8,8,8和8伏

误差和不确定因素

- 随机和系统误差
- 在测量数据中，有2种类型的错误。了解你正在处理的是哪一种，以及如何处理它们很重要。
- 随机误差是指由于以下原因造成的测量数据的随机波动：
 - 仪器的可读性
 - 在两次测量之间，周围的东西发生变化所产生的影响
 - 观察者不那么完美（是的，就是你！）。
 - 随机误差可以通过平均化来减少。一个精确的实验有很小的随机误差。
- 系统性错误是指由于以下原因造成的可重复的同一方向的波动：
 - 一个仪器被错误地校准
 - 有零点误差的仪器（它在应该读出零点的时候没有读出--为了纠正这一点，应该从每个读数中减去该值。）
- 在每次测量过程中，观察者以同样的方式不那么完美。□

误差和不确定因素

- 报告单一的测量结果
- 你会惊讶于有多少人真正知道如何正确地读懂一些东西!
- 大多数人试图用一个过于宽松的确定性程度来报告一个测量值--在一个报告值中表达比实际存在的更多的确定性。你应该避免这样做!这是不好的做法。
- 一般来说，我们报告某物的测量值，其小数点位或精度不超过仪器上最小的刻度（称为“最小计数”）。如果最小计数足够宽，可以有把握地估计超过它们，你可以这样做。最终由实验者决定如何报告测量值，但要保守，不要高估仪器的精度。
- 有时你听说不确定度一般应报告为最小计数的 $1/2$ ；这在技术上是正确的。但由于它们应该以与仪器相同的小数位数来报告，在实践中，这相当于将它们陈述为 \pm 最小计数。

误差和不确定因素

- 计算结果的不确定性：绝对和百分比的不确定性
- 绝对不确定度表示为 \pm 测量中的单位数 ($\pm \Delta x$) 。
- 长度=234 \pm 2毫米 周期=1.6 \pm 0.3秒
- 这可以立即告诉你一个测量的最大和最小实验值。
- 绝对不确定度的单位与所述测量值相同。所有的不确定度都以绝对不确定度开始，根据仪器精度的不确定度来说明。
- 百分比不确定度表示为 \pm [测量的分数不确定度 \times 100] (\pm [$(\Delta x/x)$ 100]%) 。
- 长度=234 \pm 2毫米或234 \pm $(2/234) \times 100 = 234 (\pm 8.5 \%)$ 毫米
- 周期 = 1.6 \pm 0.3 s 或 1.6 \pm $(0.3/1.6) \times 100 = 1.6 (\pm 18.8 \%)$ mm

误差和不确定因素

- 把所有最终计算出的答案都留有绝对不确定度是一种好的形式。因此，你需要能够从绝对不确定度转换到百分比，然后再转换回来。像 π 这样的常数不影响不确定度的计算。
- 当进行涉及百分比不确定度的计算时，省去($\times 100$)的步骤，简单地使用小数形式进行乘法，会更容易。
- 制作图表时的不确定因素：
- 在许多情况下，展示和分析数据的最佳方式是制作图表。图表是2个事物的视觉表现，很好地显示了它们之间的关系。图表是定量信息的视觉显示，使我们能够识别数据的趋势。图表还可以让你很好地显示不确定性。

误差和不确定因素

- 显示数据的不确定性的一个好方法是误差条。这是在每个数据点周围的x和y方向上的条形，立即显示该值的不确定性有多大或多小。不确定性可以是每个数据点的恒定值，也可以是百分比值（在这种情况下，长度会有所不同）。
- 无论哪种方式，当一个数据点周围在x和y方向上都有误差条时，就会产生一个误差框。它通常是一个矩形，通常在每个点周围的大小都不一样。

