

явление электромагнитной индукции

Выполнила
ученица 11 «А» класса ¹
Степаненко Лина

Часть I

Открытие

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ

ИНДУКЦИИ

История и современная трактовка

Майкл Фарадей



1791 – 1867 г.г., английский физик, Почетный член Петербургской Академии Наук (1830), Основоположник учения об электромагнитном поле; ввел понятия «электрическое» и «магнитное поле»; высказал идею существования электромагнитных волн.

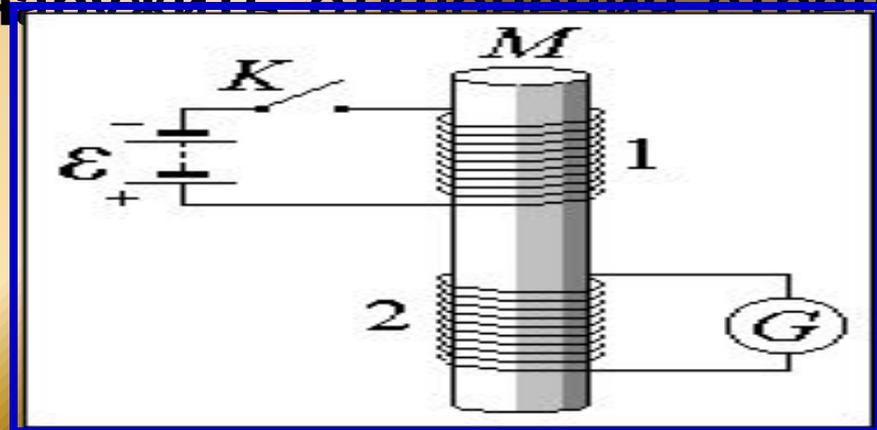
1821 год: «Превратить магнетизм в электричество».

1831 год – получил электрический ток с помощью магнитного поля

29 августа 1831 года

«На широкую деревянную катушку была намотана медная проволока длиной в 203 фута и между витками её намотана проволока такой же длины, изолированная от первой хлопчатобумажной нитью.

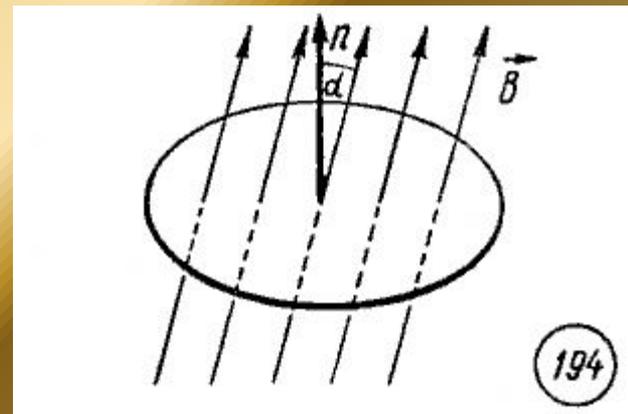
Одна из этих спиралей была соединена с гальванометром, другая - с сильной батареей... При замыкании цепи наблюдалось внезапное, но чрезвычайно слабое действие на гальванометре, и то же самое действие замечалось при прекращении тока. При непрерывном же прохождении тока через одну из спиралей не удалось обнаружить отклонения стрелки гальванометра...»



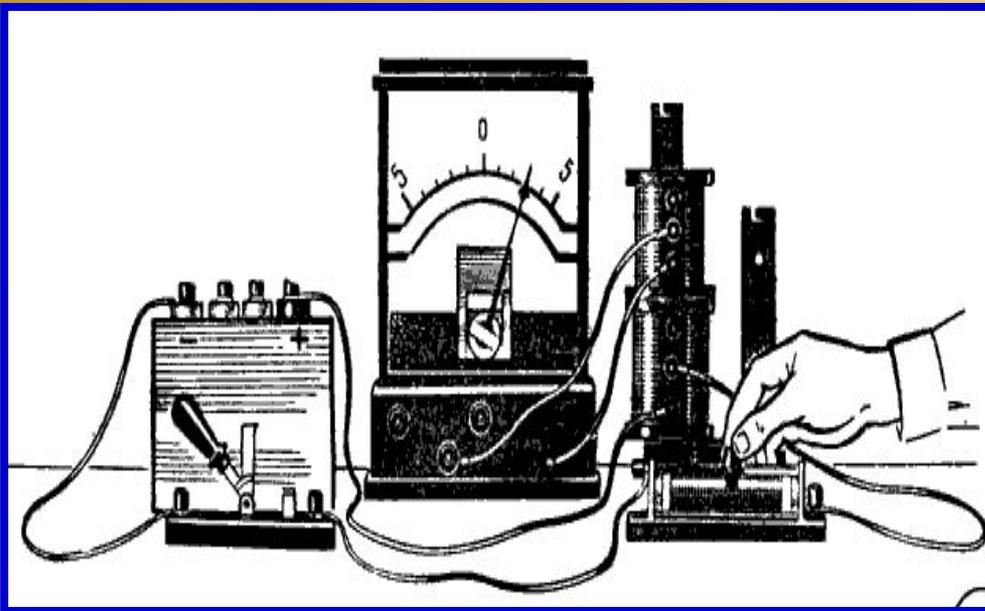
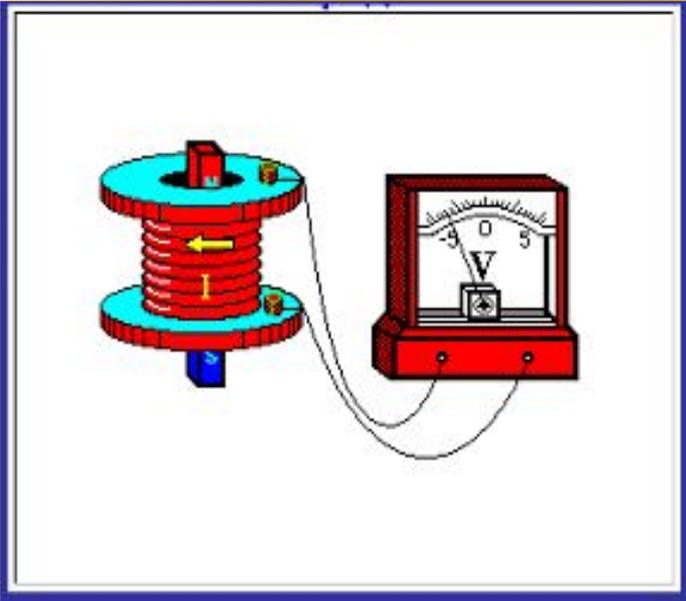
Электромагнитная индукция – физическое явление, заключающееся в возникновении вихревого электрического поля, вызывающего электрический ток в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.

Возникающий при этом ток называют индукционным.

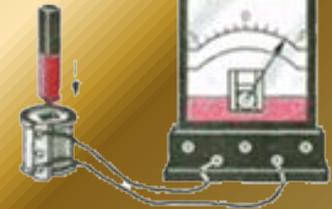
! Электрический ток
возникал тогда,
когда проводник
оказывался
в области действия
переменного магнитного



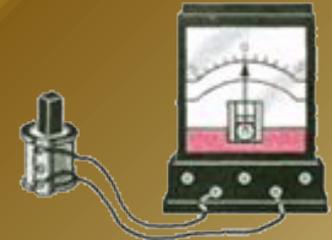
17 октября 1831 года



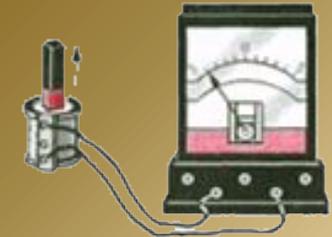
а)



б)



в)

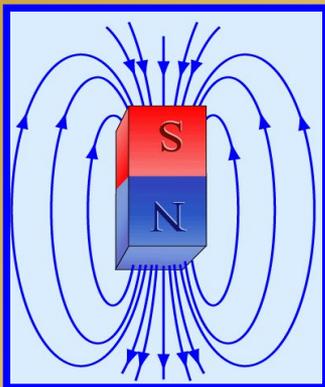
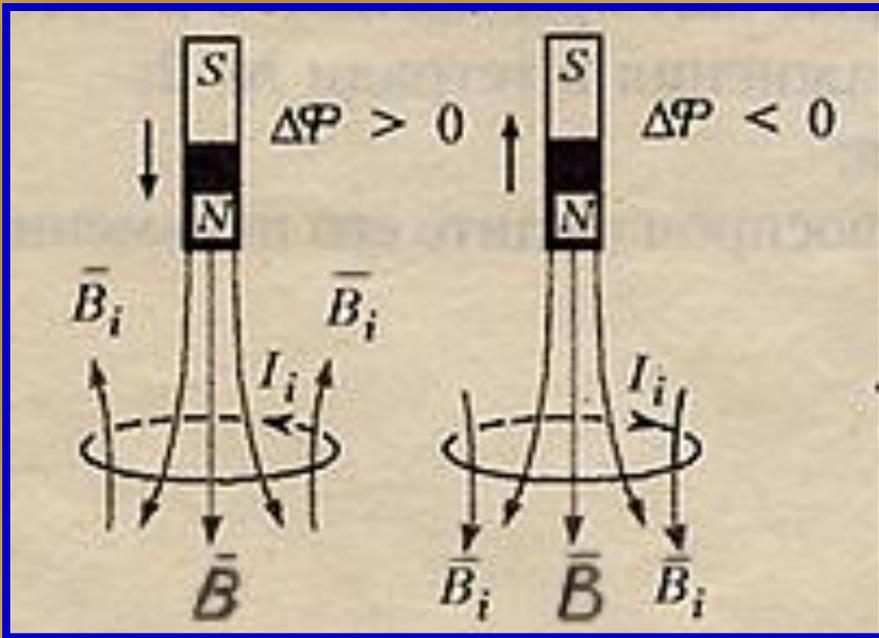


Часть 2

Направление

индукционного тока

Алгоритм определения направления индукционного тока



$\Delta\Phi$ характеризуется изменением числа линий B , пронизывающих контур.

1. Определить направление линий индукции внешнего поля B (выходят из N и входят в S).
2. Определить, увеличивается или уменьшается магнитный поток через контур (если магнит вдвигается в кольцо, то $\Delta\Phi > 0$, если выдвигается, то $\Delta\Phi < 0$).
3. Определить направление линий индукции магнитного поля B' , созданного индукционным током (если $\Delta\Phi > 0$, то линии B и B' направлены в противоположные стороны; если $\Delta\Phi < 0$, то линии B и B' сонаправлены).
4. Пользуясь правилом буравчика (правой руки), определить направление

Правило Ленца



Э.Х.Ленц
1804 – 1865 г.г.,
академик,
ректор
Петербургского
Университета

*Индукционный ток
всегда имеет такое
направление,
при котором
возникает
противодействие
причинам,
его породившим.*



- Магнит **приближается** ($\Delta\Phi > 0$) - кольцо **отталкивается**;
- Магнит **удаляется** ($\Delta\Phi < 0$) - кольцо **притягивается**

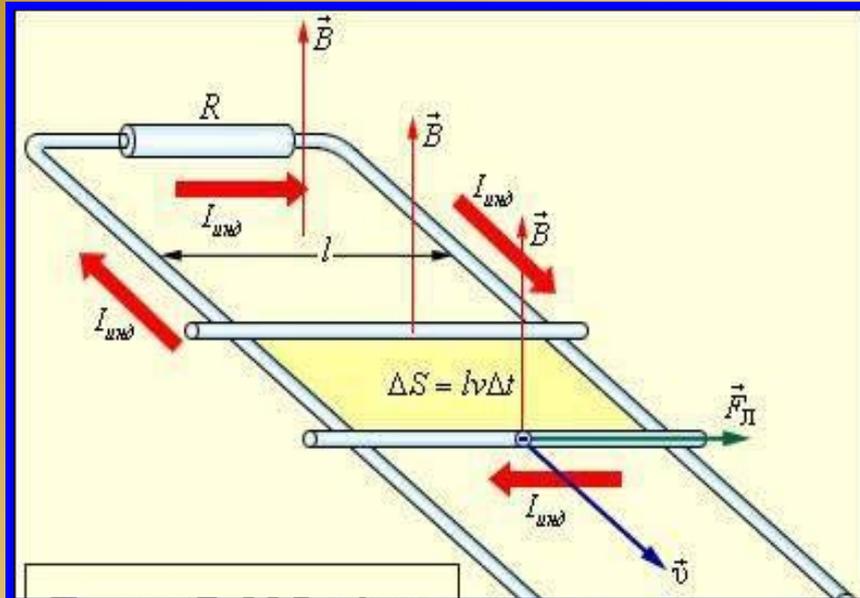
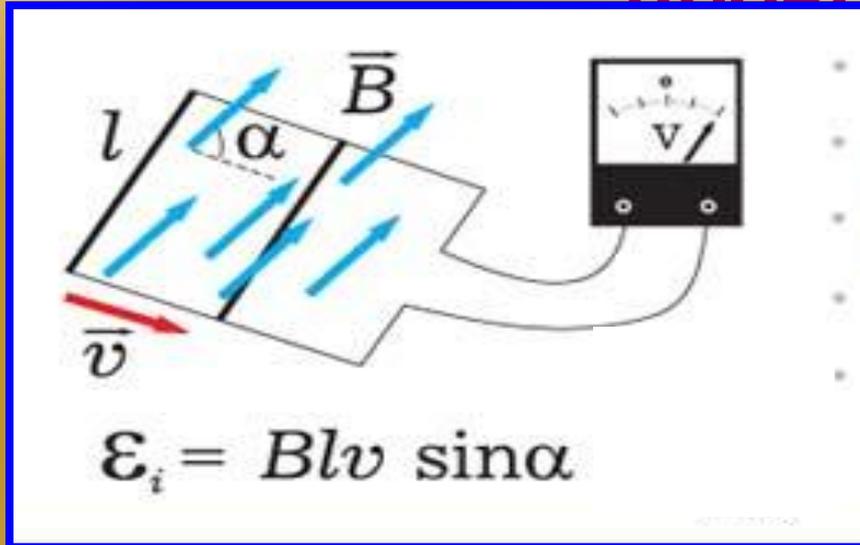
Часть 3

Закон

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ

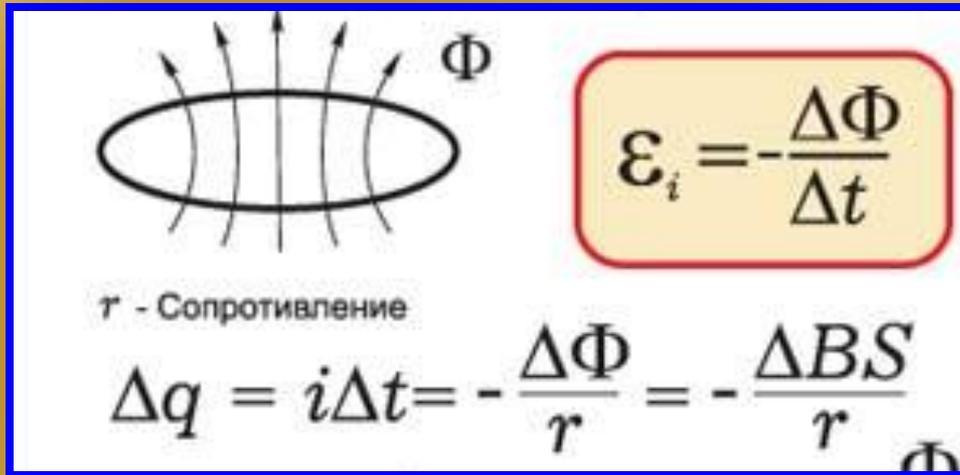
ИНДУКЦИИ

ЭДС индукции в движущихся проводниках



При движении проводника в магнитном поле со скоростью V вместе с ним с той же скоростью движутся «+» и «-» заряды, находящиеся в проводнике. На них в магнитном поле в противоположные стороны действует сила Лоренца, что приводит к перераспределению зарядов - возникает ЭДС.

Закон электромагнитной индукции



ЭДС электромагнитной индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

Направление индукционного тока (так же, как и величина ЭДС), считается положительным, если оно совпадает с выбранным направлением обхода контура.

Часть 4

САМОИНДУКЦИЯ,

ИНДУКТИВНОСТЬ

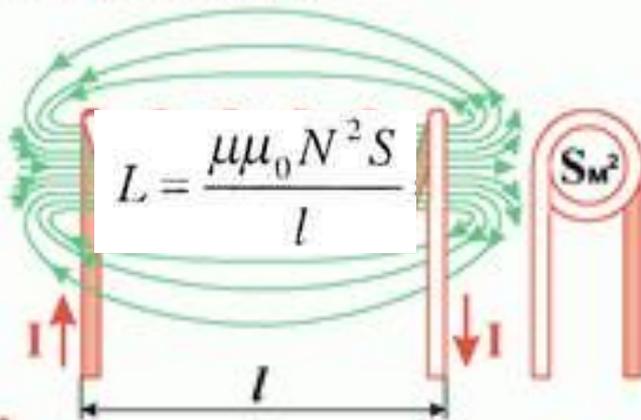
Индуктивность

$\Phi = LI$, где L - индуктивность контура

$$\mathcal{E}_{si} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (\text{при } L = \text{const})$$

Единица измерения $[L] = \left[\frac{\Phi}{I} \right] = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ А}} = 1 \text{ Гн.}$

Индуктивность соленоида



$$B = \mu\mu_0 n I$$

Магнитный поток через один виток $\Phi_1 = BS = \mu\mu_0 n IS$

Полный поток

$$\Phi = N\Phi_1 = n l BS = \mu\mu_0 n^2 I V,$$

n - число витков на единицу длины

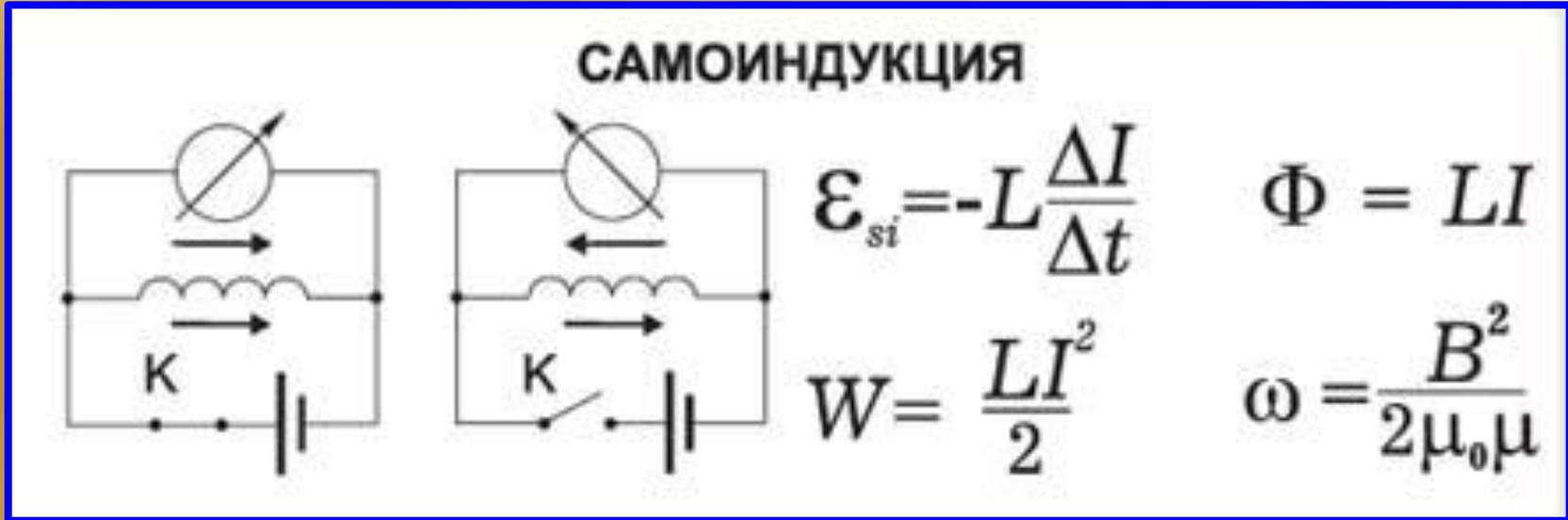
Отсюда :

$$L = \mu\mu_0 n^2 V$$

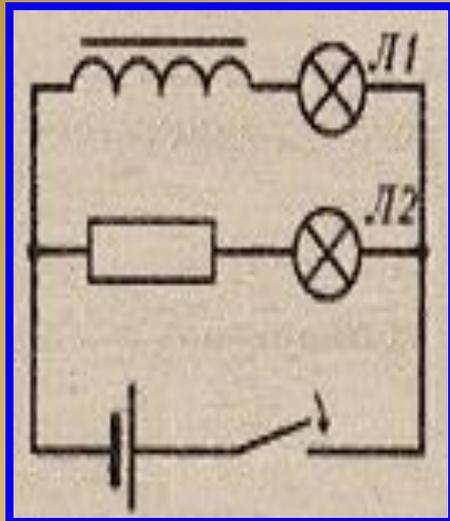
Индуктивностью контура L называют коэффициент пропорциональности между силой тока в проводящем контуре и созданным им магнитным потоком, пронизывающим этот контур.

L зависит лишь от **формы** и **размеров** проводящего контура, а также **магнитной проницаемости** среды, в которой он находится.

Самоиндукция



Самоиндукция – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нём силы тока.



Лампа Л1 будет загораться позже лампы Л2, т.к. возникающая ЭДС самоиндукции, будет препятствовать нарастанию тока в цепи.

Применение

Основные источники электромагнитного поля

В качестве основных источников электромагнитного поля можно выделить:

- Линии электропередач.
- Электропроводка (внутри зданий и сооружений).
- Бытовые электроприборы.
- Персональные компьютеры.
- Теле- и радиопередающие станции.
- Спутниковая и сотовая связь (приборы, ретрансляторы).
- Электротранспорт.
- Радарные установки.

Линии электропередач

Провода работающей линии электропередач создают в прилегающем пространстве (на расстояниях порядка десятков метров от провода) электромагнитное поле промышленной частоты (50 Гц). Причем напряженность поля вблизи линии может изменяться в широких пределах, в зависимости от ее электрической нагрузки. Фактически границы санитарно-защитной зоны устанавливаются по наиболее удаленной от проводов граничной линии максимальной напряженности электрического поля, равной 1 кВ/м.

Электропроводка

К электропроводке относятся: кабели электропитания систем жизнеобеспечения зданий, токораспределительные провода, а также разветвительные щиты, силовые ящики и трансформаторы. Электропроводка является основным источником электромагнитного поля промышленной частоты в жилых помещениях. При этом уровень напряженности электрического поля, излучаемого источником, зачастую относительно невысок (не превышает 500 В/м).



Бытовые электроприборы

Источниками электромагнитных полей являются все бытовые приборы, работающие с использованием электрического тока. При этом уровень излучения изменяется в широчайших пределах в зависимости от модели, устройства прибора и конкретного режима работы. Также уровень излучения сильно зависит от потребляемой мощности прибора – чем выше мощность, тем выше уровень электромагнитного поля при работе прибора. Напряженность электрического поля вблизи электробытовых приборов не превышает десятков В/м.

Спутниковая связь

Системы спутниковой связи состоят из передающей станции на Земле и спутников – ретрансляторов, находящихся на орбите. Передающие станции спутниковой связи излучают узконаправленный волновой пучок, плотность потока энергии в котором достигает сотен Вт/м. Системы спутниковой связи создают высокие напряженности электромагнитного поля на значительных расстояниях от антенн. Например, станция мощностью 225 кВт, работающая на частоте 2,38 ГГц, создает на расстоянии 100 км плотность потока энергии 2,8 Вт/м². Рассеяние энергии относительно основного луча очень небольшое и происходит больше всего в районе непосредственного размещения антенны.

Электротранспорт



Электротранспорт (троллейбусы, трамваи, поезда метрополитена и т.п.) является мощным источником электромагнитного поля в диапазоне частот $[0..1000]$ Гц.

При этом в роли главного излучателя в подавляющем большинстве случаев выступает тяговый электродвигатель (для троллейбусов и трамваев воздушные токоприёмники по напряженности излучаемого электрического поля соперничают с электродвигателем).



Радарные установки



Радиолокационные и радарные установки имеют обычно антенны рефлекторного типа («тарелки») и излучают узконаправленный радиолуч.

Периодическое перемещение антенны в пространстве приводит к пространственной прерывистости излучения. Наблюдается также временная прерывистость излучения, обусловленная цикличностью работы радиолокатора на излучение. Они работают на частотах от 500 МГц до 15 ГГц, однако отдельные специальные установки могут работать на частотах до 100 ГГц и более.

Вследствие особого характера излучения они могут создавать на местности зоны с высокой плотностью потока энергии (100 Вт/м² и более).