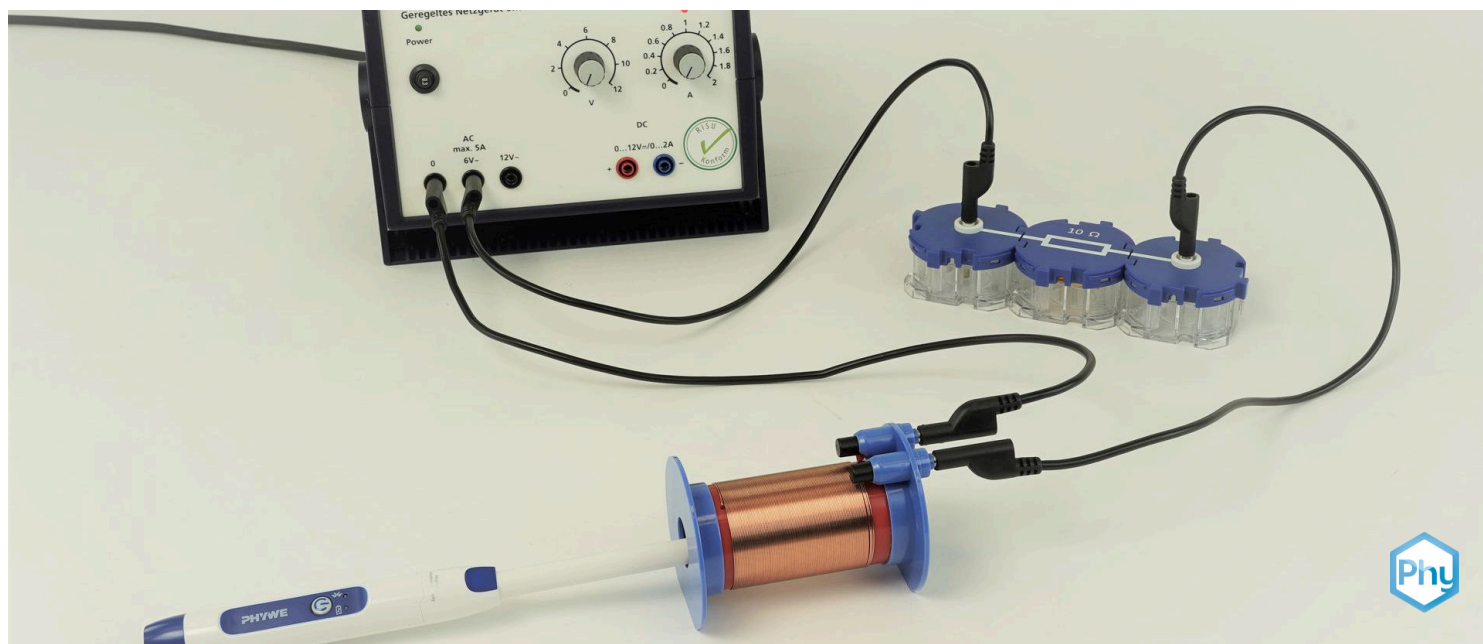


Магнитное поле катушки в переменном токе с Cobra SMARTsense



Физика

Электричество и магнетизм

Электромагнетизм и индукция



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

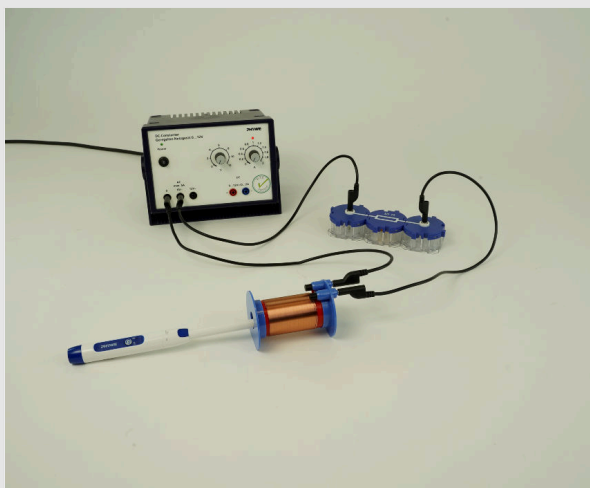
<http://localhost:1337/c/5f16b85cfe0e840003bd8640>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

В катушке, через которую течет ток, создается магнитное поле. Электромагнитная энергия может использоваться, например, для перемещения намагничивающихся металлов на свалке с помощью экскаватора с электромагнитами.

Тем не менее, для преобразования напряжений с помощью трансформатора, важно изменение магнитного поля во времени. На первичную обмотку, соответственно, подается переменное напряжение. Полярность магнитного поля меняется в зависимости от частоты напряжения на первичной обмотке.

С помощью датчика магнитного поля можно наблюдать за частотой переменного напряжения. Частота сети (на территории Европейского Союза) равна $f = 50$ Гц.

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE

предварительные
знания

Учащиеся должны быть ознакомлены с понятиями "индукция магнитного поля", "плотность магнитного потока" и знать, что катушка, через которую проходит ток, создает магнитное поле.

Величина магнитной индукции (плотности магнитного потока) внутри длинной тонкой катушки практически постоянна и быстро падает вне катушки. Магнитная индукция B в центре длинной катушки равна:

$$B = \mu IN / l$$

Принцип



где μ - это магнитная проницаемость, I - сила тока, N - количество витков катушки и l - длина катушки или N/l так называемая плотность намотки.

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE

Цель



Переменное магнитное поле катушки имеет ту же частоту, что и переменный ток от источника питания. Учащиеся должны выяснить, как количественно измерить периодически изменяющееся магнитное поле.

Задачи



1. Измерение величины индукции магнитного поля (плотности магнитного потока) катушки с переменным током с течением времени.
2. Вычисление частоты по данным измерений.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Примечания

В этом эксперименте используется переменный, а не постоянный ток. Резистор необходим для ограничения тока, чтобы катушки не перегревались.

PHYWE



Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Линия высокого напряжения

В большинстве обычных домов напряжение сети работает на переменном напряжении. Причина заключается в том, что для транспортировки электроэнергии с низкими потерями по земле, как правило, низкое напряжение преобразовывается в высокое напряжение. Для магнитной индукции, основного принципа работы трансформатора, особое значение имеет изменение индукции (напряженности) магнитного поля с течением времени.

На территории Европейского Союза частота сети, т.е. количество переключений напряжения в секунду, составляет $f = 50$ Гц может отличаться от других регионов мира.

В этом эксперименте Вы научитесь с помощью датчика магнитного поля измерять переменное магнитное поле. Это также позволяет определить частоту переменного напряжения сети.

Задачи

PHYWE



1. Измерение величины индукции магнитного поля (плотности магнитного потока) катушки с переменным током с течением времени.
2. Вычисление частоты по данным измерений.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Cobra SMARTsense -3-осевое магнитн (Bluetooth + USB)	12947-00	1
2	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
3	Сопротивление 10 Ом, модуль SB	05612-10	1
4	Соединительный модуль SB	05601-10	2
5	Индукционная катушка, 100 витков, d=40 мм	11007-05	1
6	Соединительный проводник, 500 мм, черный	07361-05	3
7	measureAPP - бесплатное измерительное программное обеспечение всех пр	14581-61	1

Подготовка (1/4)

PHYWE

Для измерения с помощью **Датчики Cobra SMARTsense** сайт **PHYWE measureAPP** требуется. Приложение можно бесплатно загрузить из соответствующего магазина приложений (QR-коды см. ниже). Перед запуском приложения убедитесь, что на вашем устройстве (смартфон, планшет, настольный ПК) **Bluetooth** активирован.



iOS



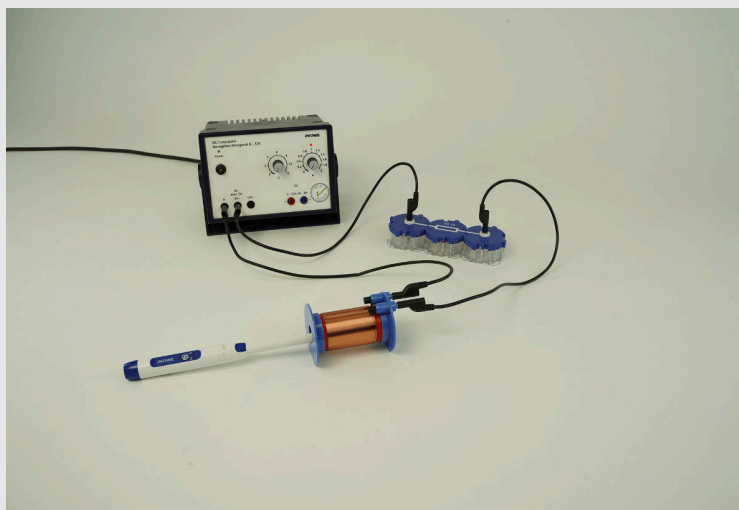
Android



Windows

Подготовка (2/4)

PHYWE



Экспериментальная установка

Настройте эксперимент, как показано на рисунке.

Для этого последовательно подключите источник питания, резистор 10 Ом и катушку.

На источнике питания используйте разъемы для источника питания переменного тока - 6 В.

Подготовка (3/4)

PHYWE



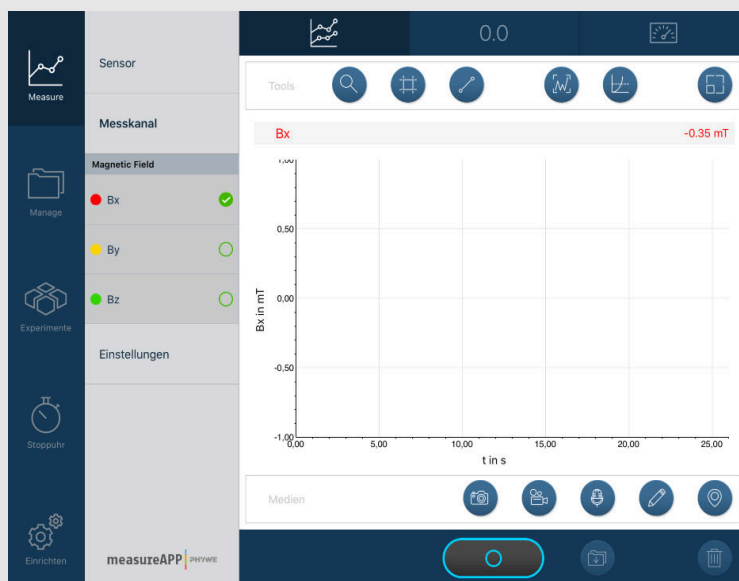
Запустите приложение measureAPP на планшете и включите датчик магнитного поля Cobra SMARTsense (удерживайте кнопку вкл. / выкл. примерно 3 секунды).

Выберите датчик в приложении measureAPP и подключите его к приложению. Необходимо выполнить следующие настройки:

- Точный диапазон измерения (- 5 мТл ... + 5 мТл)
- Частота измерения: 200 Гц
- Непрерывное измерение

Подготовка (4/4)

PHYWE



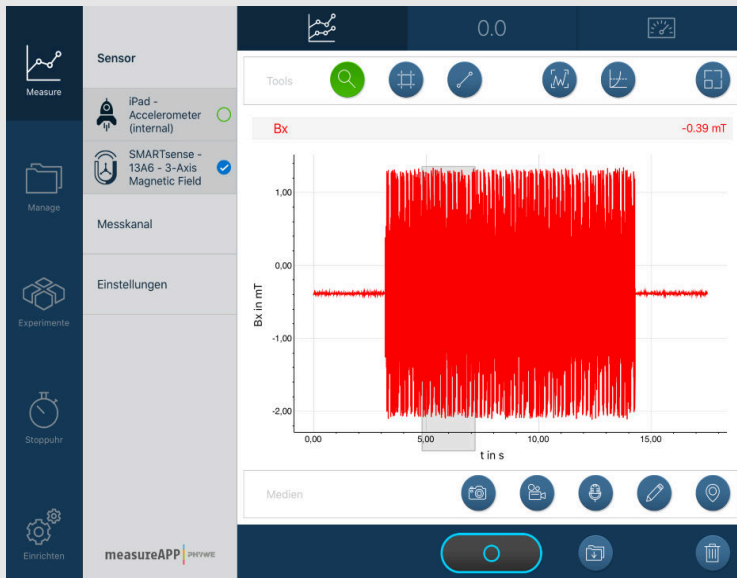
В разделе "Измерение канала" выберите только продольное направление. B_x датчика таким образом, чтобы плотность магнитного потока измерялась только в направлении продольной оси датчика.

Расположите датчик в катушке так, чтобы наконечник находился в середине катушки. Откалибруйте датчик до нуля:

'Настройки' > 'Установить на ноль'.

Выполнение работы (1/2)

PHYWE



Начните измерение и включите источник питания.

Выключите источник питания примерно через 10 секунд и остановите измерение.

Используйте функцию лупы для увеличения измеренных данных. Например, выберите интервал времени - 1 секунда.

Выполнение работы (2/2)

PHYWE

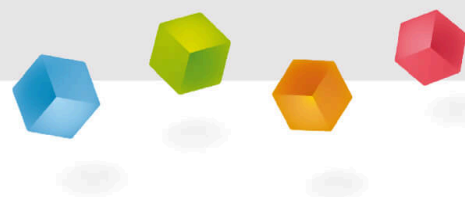


Подсчитайте периоды в определенном диапазоне времени (например, 1 с) и вычислите результирующую частоту переменного напряжения на источнике питания.

При измерении частоты синусоидального напряжения, например, $f = 50$ Гц с частотой дискретизации 200 Гц синусоидальная кривая отображается не полностью.

Для более точного измерения датчик должен быть подключен через USB. Это позволяет увеличить частоту дискретизации до 1000 Гц.

PHYWE



Протокол

Задача 1

PHYWE

Что означает единица 1 Герц [Гц]?

☐ $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^2$

☐ $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}$

☐ $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}^2$

☐ $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$

✓ Проверить

Задача 2

PHYWE

Какие утверждения для измеренной частоты верны?

- ☐ Частота переменного магнитного поля соответствует частоте переменного напряжения.
- ☐ Число изменений полярности ($N \rightarrow S$ или $S \rightarrow N$) магнитного поля в секунду вдвое превышает численное значение измеренной частоты.
- ☐ Частота переменного магнитного поля в два раза больше частоты переменного напряжения.
- ☐ Число изменений полярности ($N \rightarrow S$ или $S \rightarrow N$) магнитного поля в секунду соответствует числовому значению измеренной частоты

✓ Проверить

Задача 3

PHYWE

Какие утверждения верны?

- ☐ Если катушка работает от постоянного напряжения, ее можно использовать как электромагнит.
- ☐ Если катушка работает от переменного напряжения, передача энергии невозможна, так как среднее напряжение и, следовательно, средняя напряженность магнитного поля равна нулю.
- ☐ Если катушка работает от переменного напряжения, то особенно подходит для индуцирования напряжения.

✓ Проверить

Задача 4

PHYWE

Если частота сети измеряется с частотой дискретизации 200 Гц, изменение индукции магнитного поля (плотности магнитного потока) выглядит также как и пилообразное напряжение, а некоторые максимумы / минимумы имеют меньшие отклонения. Почему?

- ☐ Частоты датчика магнитного поля при $f = 200$ Гц недостаточно для правильного воспроизведения непрерывной кривой.
- ☐ Для измерения одного периода синусоидальной волны требуется 5 точек измерения.
- ☐ Причиной нестационарной пилообразной формы является так называемое правило Ленца, согласно которому ток, индуцированный в катушке, противодействует изменению, вызванному переменным током.

 Проверить

Слайд	Оценка / Всего
Слайд 17: Единица Гц	0/1
Слайд 18: Измеренные частоты	0/2
Слайд 19: Рассмотрение Энергии	0/2
Слайд 20: Скорость опроса измерительного зонда	0/2

Общая сумма  0/7 Решения Повторить