



Урок 41. Электромагнитное реле

Листы ученика. Ответы и примечания учителю находятся в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 41 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по физике: управление отдельной цепью»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с опорами; 9 класс - самостоятельная оценка условий и границ вывода.

Вся программа курса

Малый управляющий ток включает другую цепь. Откуда берётся энергия нагрузки и почему это не «усиление энергии из ничего»?

Проверяемый результат:

По функциональной схеме собрать бумажную модель реле, предсказать состояния контактов и проверить простую логику управления с гистерезисом.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и первоначальное решение

Катушка питается своей управляющей цепью, а лампа - отдельной цепью нагрузки. При включении катушки лампа загорается. Наблюдатель говорит: «Лампу питает магнитное поле катушки, источник в её цепи лишний».

1 минута - рассмотрите схему; 2 - обведите два замкнутых контура разными цветами; 2 - укажите источник энергии каждого. Затем предположите, что произойдёт при удалении источника нагрузки.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, модель и проверка

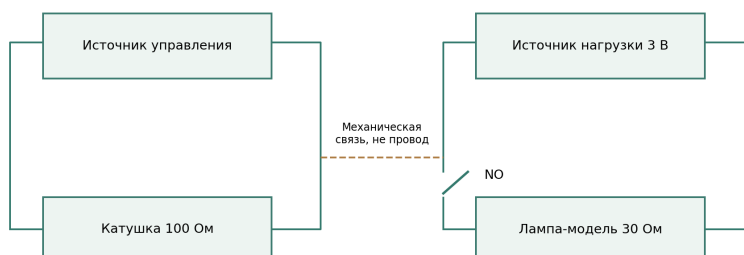
В электромеханическом реле ток катушки создаёт магнитное действие. Подвижный якорь перемещает контакт; упругий элемент возвращает его при снятии управления. Управляющая и коммутируемая цепи на функциональной схеме электрически не соединены. Механическая связь передаёт действие, а энергия нагрузки поступает от её собственного источника.

Нормально разомкнутый контакт NO открыт без возбуждения катушки и замыкается при срабатывании. Нормально замкнутый NC ведёт себя наоборот. «Нормально» относится к невозбуждённому состоянию, а не к обычному режиму использования всей системы. Контакты и катушка имеют разные допустимые параметры.

Разобранный пример модели: катушка $R=100$ Ом подключена к 5 В. $I=5/100=0,050$ А=50 мА, $P=0,25$ Вт. Для срабатывания требуется не менее 40 мА; значит, NO замкнётся. Лампа в отдельном контуре 3 В с модельным сопротивлением 30 Ом потребляет 0,10 А и 0,30 Вт. Её мощность не вычисляют из тока катушки.

У некоторых реле ток отпускания меньше тока срабатывания. В нашей модели пороги 40 и 20 мА: выключенное реле включается при $I \geq 40$ мА, включённое выключается при $I \leq 20$ мА, между порогами сохраняет прежнее состояние. Это гистерезис. На 9 минут: 3 - устройство, 3 - два контура и пример, 3 - пороги.

Бумажная модель реле: два отдельных контура



Функциональная схема невозбуждённого реле: NO разомкнут. Сборка выполняется карточками на бумаге. Внутренние механические детали условны; между источниками нет электрической связи.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Работа с первой серией

Сборка бумажной модели: нарисуйте две отдельные петли. В первой последовательно источник управления, выключатель, катушка 100 Ом. Во второй источник 3 В, NO-контакт, лампа-модель 30 Ом. Пунктир от катушки к контакту обозначает механическую связь, не провод. Начальное реле выключено; каждый режим ниже начинают после полного отключения.

U катушки, В	Что определить
0	I катушки, NO, состояние лампы
3	Те же величины
5	Те же величины

2 минуты - нарисуйте два контура; 4 - передвигайте бумажный контакт и вычислите три тока катушки; 3 - заполните состояния и ток лампы; 2 - проверьте раздельность источников. 8 класс использует NO; 9 класс добавляет столбец состояния NC. Результат: подписанная схема и таблица. Критерии: нет провода между контурами, учтён начальный сброс, лампа питается своим источником.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Теперь последовательность непрерывна, между строками сброса нет. Начальное реле выключено. Сохраняются пороги включения 40 мА и выключения 20 мА.

Шаг	I катушки, мА
1	0
2	45
3	30
4	15
5	30
6	50

1 минута - прочтите правило двух порогов; 3 - последовательно определите состояния NO; 2 - сравните шаги 3 и 5; 2 - объясните, зачем нужна память предыдущего состояния. 8 класс переносит карточку состояния по строкам; 9 класс рисует две ветви переходов. Результат: последовательность шести состояний и объяснение одинакового тока с разным результатом.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Вывод, который можно обосновать

2 минуты: сравните «реле создаёт энергию» и «реле меняет состояние отдельной цепи». 3 минуты: обоснуйте второе схемой и примером токов. 2 минуты: обсудите пользу разделения контуров и ограничение: по одному рисунку нельзя объявить устройство пригодным для любого напряжения.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственный ответ

Катушка 200 Ом подключена к 6 В. Порог включения 25 мА, отпускания 10 мА; начальное реле выключено. Найдите ток, состояние NO, затем состояние при снижении до 15 мА и при 5 мА. 3 минуты - ответ; 2 - проверка.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Распечатка схемы, две бумажные полоски контуров, карточки «катушка», «якорь», «контакт», «нагрузка» и карандаш. Они заменяют физическую сборку полностью. Предпосылки: замкнутая цепь, ток и электромагнит. Никаких сетевых цепей, вскрытия приборов и подсоединения катушек к случайным источникам. 8 класс переключает бумажный контакт; 9 класс учитывает разные пороги срабатывания и отпускания. Все параметры условные, не паспорт конкретного устройства.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все материалы для текущего занятия включены. Вариант без регистрации: ученические листы PDF и доска. Минуты включают чтение, запись и переходы. Ответы показывайте после самостоятельной попытки. В конце соберите индивидуальную работу: 0-1 балл - вернуться к примеру, 2-3 - уточнить пропущенное звено, 4 - объяснить границу вывода. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

При 0 В: $I=0$, NO открыт, лампа выключена. При 3 В: $I=30$ мА, после исходного сброса порог 40 мА не достигнут, NO открыт. При 5 В: 50 мА, NO закрыт, ток лампы $3/30=0,10$ А. NC имеет противоположные состояния. Если источник нагрузки убрать, лампа не загорится и при возбуждённой катушке: замкнутый контакт не создаёт ЭДС.

Ответ и объяснение практики 2

Состояния: выключено, включено, включено, выключено, выключено, включено. На шаге 3 ток 30 мА выше порога отпускания, поэтому включённое состояние сохраняется. На шаге 5 те же 30 мА ниже порога включения, поэтому выключенное состояние сохраняется. Один порог не описывает заданную модель. У реального реле параметры берут из паспорта и учитывают допуски.

Опора для обсуждения

Реле позволяет управляющему сигналу переключать нагрузку, но энергия приходит от источников. Электрическое разделение в модели полезно, однако реальная допустимая изоляция и коммутационная способность ограничены конструкцией. На уроке проверяется бумажная модель, не безопасность изготовленного прибора. При размыкании реальной катушки возникает переходное напряжение; физическая сборка требует предусмотренной защиты.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$I=6/200=0,030$ А=30 мА: реле включится, NO замкнут. При 15 мА останется включённым; при 5 мА выключится. Четыре критерия по баллу: ток с единицей, первое состояние, сохранение при 15 мА с причиной, отпускание при 5 мА. Значения условные и не паспортные.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Электромагнитное реле; работа №7	Собирает функциональную бумажную схему	Различает управляющий и нагрузочный контуры
Испытание реле	Прослеживает пороги и состояния	Верно объясняет гистерезис на двух одинаковых токах

Опора - раздел «Эксперименты по физике» опубликованной программы на 64 часа. Урок конкретизирует исходные темы и занимает 45 минут. Сценарий, распределение времени и числовые имитации - методическая разработка. Физическая сборка и движение грузов заменены бумажными моделями, точными схемами и готовыми учебными данными; это не отчёт о проведённом опыте.

Исходная программа

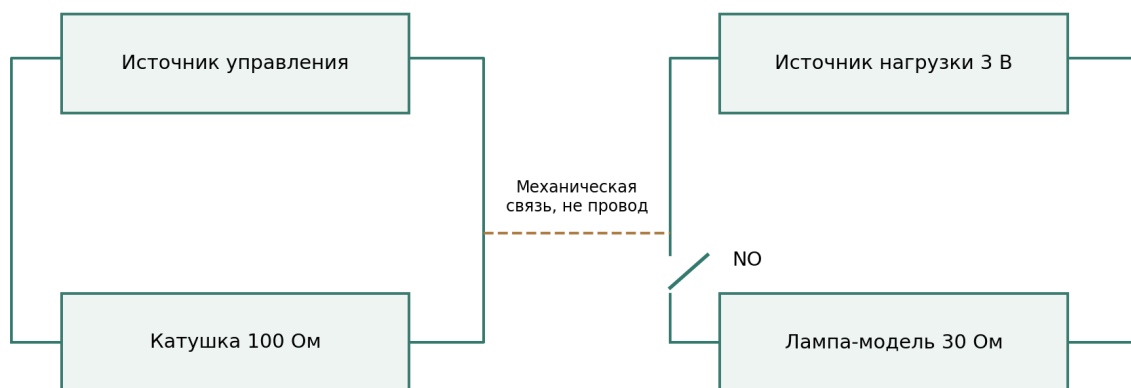
Источники и права на изображения

ARATAS, ранее Omron Components: принцип электромеханического реле

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые серии явно заданы как учебные модели; их нельзя описывать как результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы: портал «Школы России», для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF вынесены в отдельную часть.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Бумажная модель реле: два отдельных контура



Функциональная схема невозбуждённого реле: NO разомкнут. Сборка выполняется карточками на бумаге. Внутренние механические детали условны; между источниками нет электрической связи.