

Ф1852. К звуковому генератору подключили цепь, состоящую из амперметра переменного тока, двух одинаковых конденсаторов и катушки индуктивности (рис. 1). На частотах 1000 Гц и 1100 Гц показания амперметра оказались одинаковыми. На какой частоте ток будет практически нулевым? На какой частоте ток окажется очень большим? При расчете элементы цепи считайте идеальными.

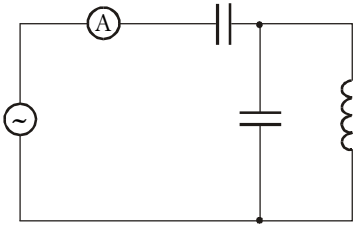


Рис.1

Если начать с очень низкой частоты и постепенно ее увеличивать, ток будет возрастать – общее сопротивление цепи на этих частотах определяется верхним (см. рис.1) конденсатором, а сопротивление параллельно включенных катушки и конденсатора мало. При этом практически весь ток течет через катушку, сопротивление которой мало. По мере возрастания частоты растет общий ток и меняется соотношение токов в параллельной цепи, причем токи конденсаторов оказываются противофазными. На некоторой частоте f_{p1} токи в конденсаторах сравниваются (ток через катушку при этом будет равен их сумме), напряжения конденсаторов в сумме дадут ноль, а ток в цепи резко возрастет – наступит «резонанс напряжений» (рис.2). Нам не нужно находить этот ток, иначе пришлось бы учитывать неидеальность элементов цепи, а частоту f_{p1} можно найти из условия

$$I_1 X_C = 2I_1 X_L$$

(для параллельно соединенных C и L). Тогда получим

$$\frac{1}{2\pi f_{p1} C} = 2 \cdot 2\pi f_{p1} L,$$

и

$$f_{p1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}.$$

При дальнейшем увеличении частоты ток падает, на некоторой частоте f_{p2} он станет практически нулевым – наступит «резонанс токов» в параллельном контуре. Это соответствует условию

$$I_2 = \frac{U}{X_C} = \frac{U}{X_L}, \text{ или } 2\pi f_{p2} C = \frac{1}{2\pi f_{p2} L},$$

откуда

$$f_{p2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \sqrt{2} f_{p1}.$$

Ясно, что частоты 1000 Гц и 1100 Гц могут лежать по разные стороны от f_{p1} – тогда эта частота равна приблизительно $(1000 \text{ Гц} + 1100 \text{ Гц}) / 2 = 1050 \text{ Гц}$ (более точный расчет с явно округленными данными в условии задачи делать неразумно). При этом частота «нулевого» тока составит $1050\sqrt{2} \text{ Гц} \approx 1485 \text{ Гц}$.

Второй возможный вариант – частоты 1000 Гц и 1100 Гц «огибают» частоту f_{p2} , тогда эта частота будет равна 1050 Гц, а частота, на которой ток будет очень большим, составит $1050/\sqrt{2} \text{ Гц} \approx 743 \text{ Гц}$.

А.Токов

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

«Солнце остановил, сдвинул Землю»

(Начало см. на с. 13)

основной его труд, книга «О вращениях небесных сфер», был опубликован лишь в 1543 году. Для подтверждения своей теории Коперник провел математические расчеты и сравнил их выводы с собственными астрономическими наблюдениями и с имевшимися в его распоряжении наблюдениями Птолемея. Следует отметить, что для этого Коперник должен был овладеть всеми известными к тому времени методами математического исследования. Ощущая неполноту имеющихся в его распоряжении знаний, он вынужден был самостоятельно заняться совершенствованием математических средств и методов, имеющих важные приложения в астрономических исследованиях. При этом он упорядочил аппарат сферической тригонометрии, дал оригинальные выводы основных ее теорем, отличающиеся простотой и изяществом. Тригонометрическая часть сочинения Коперника «О вращениях небес-

ных сфер» вышла отдельной книгой, которая заканчивалась оригинальными таблицами синусов, вычисленными до седьмой цифры с шагом в $1'$, впервые приспособленными для вычисления синусов дополнительных дуг, иначе говоря, косинусов. Копернику принадлежит также идея введения в вычислительную математику секанса.

Хотя полностью труд Коперника был опубликован только в 1543 году, некоторые сведения о его работе распространились по Европе задолго до этого. Большую роль в подготовке и публикации рукописи сыграл ученик и сподвижник Коперника немецкий астроном и математик Георг Иоахим Ретик. Он стал страстным пропагандистом его учения.

К сожалению, выпуск книги Коперника совпал со временем его тяжелой болезни. Николай Коперник скончался 24 мая 1543 года. Он похоронен под плитой фромборкского кафедрального собора. В 1830 году в Варшаве был открыт памятник Николаю Копернику работы известного датского скульптора Торвальдсена. На пьедестале этого первого памятника великому ученому высечены слова, вынесенные в заголовок данной статьи.