

Методична розробка для профтехучилища електротехнічного профілю, для 8, 9, 11 класів (факультатив): «Демонстрація роботи камертонного генератора»

При вивченні розділу про магнетизм в шкільній програмі з фізики доцільно продемонструвати камертонний генератор. Камертон – металевий прилад у формі двозубою вилки, який при ударі створює чистий тон постійної частоти. Камертон відіграє важливу роль у фізиці, медицині.

Камертон винайшов в 1711 р британський музикант Джон Шор. Камертоном утворює чисто синусоїдальну акустичну хвилю зручну для настройки музичних інструментів. У медицині камертон застосовують для оцінки слуху пацієнта.

В 1860 фізики Герман фон Гельмгольц і Рудольф Кеніг винайшли електромагнітний камертон.

Щоб виготовити камертонний генератор необхідно зібрати схему, приведену на **рис. 1**.

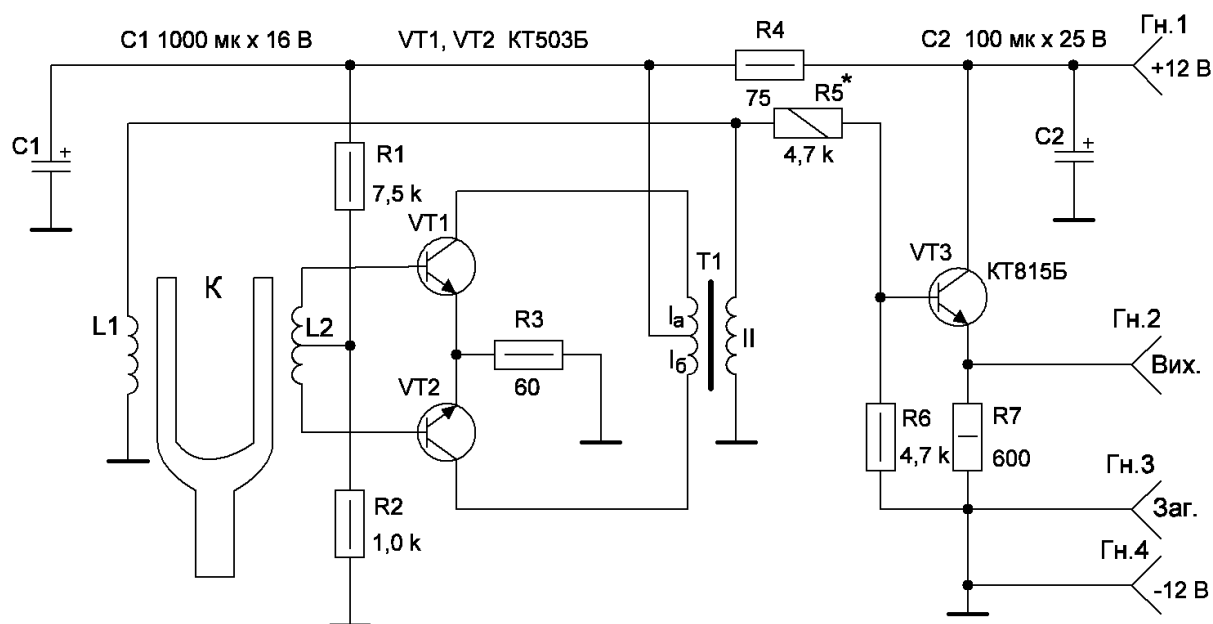


Рис. 1

На транзисторах VT1, VT2 зібрано двухтактний підсилювач з трансформаторним виходом на трансформаторі T1. Генерація появляється завдяки позитивному зворотньому зв'язку, утвореному вторинною обмоткою (II) трансформатора T1 і котушкою L1 біля камертона. Позитивний зворотній зв'язок досить сильний, тому на виході сигнал буде П- подібний.

Якщо в схемі не виникає генерація, то кінці вторинної обмотки трансформатора T1 необхідно поміняти місцями. Камертонний генератор має велику стабільність частоти- $2,5 \times 10^{-4}$ Гц; практично це можливо порівняти з точністю роботи годинника, протягом доби. Хоча така стабільність нижча, ніж в генераторах з використанням кварцевих резонаторів (10^{-6}), проте достатньо висока.

Конструкція камертонного генератора показана на **фото 1**. З лівої сторони розміщено постійний магніт і за допомогою смужок трансформаторного заліза магнітне поле «поступає» до камертона; таким чином камертон знаходиться в магнітному полі між «південним» і «північним» полюсами. Розташування котушок L1 і L2 також видно на фото.

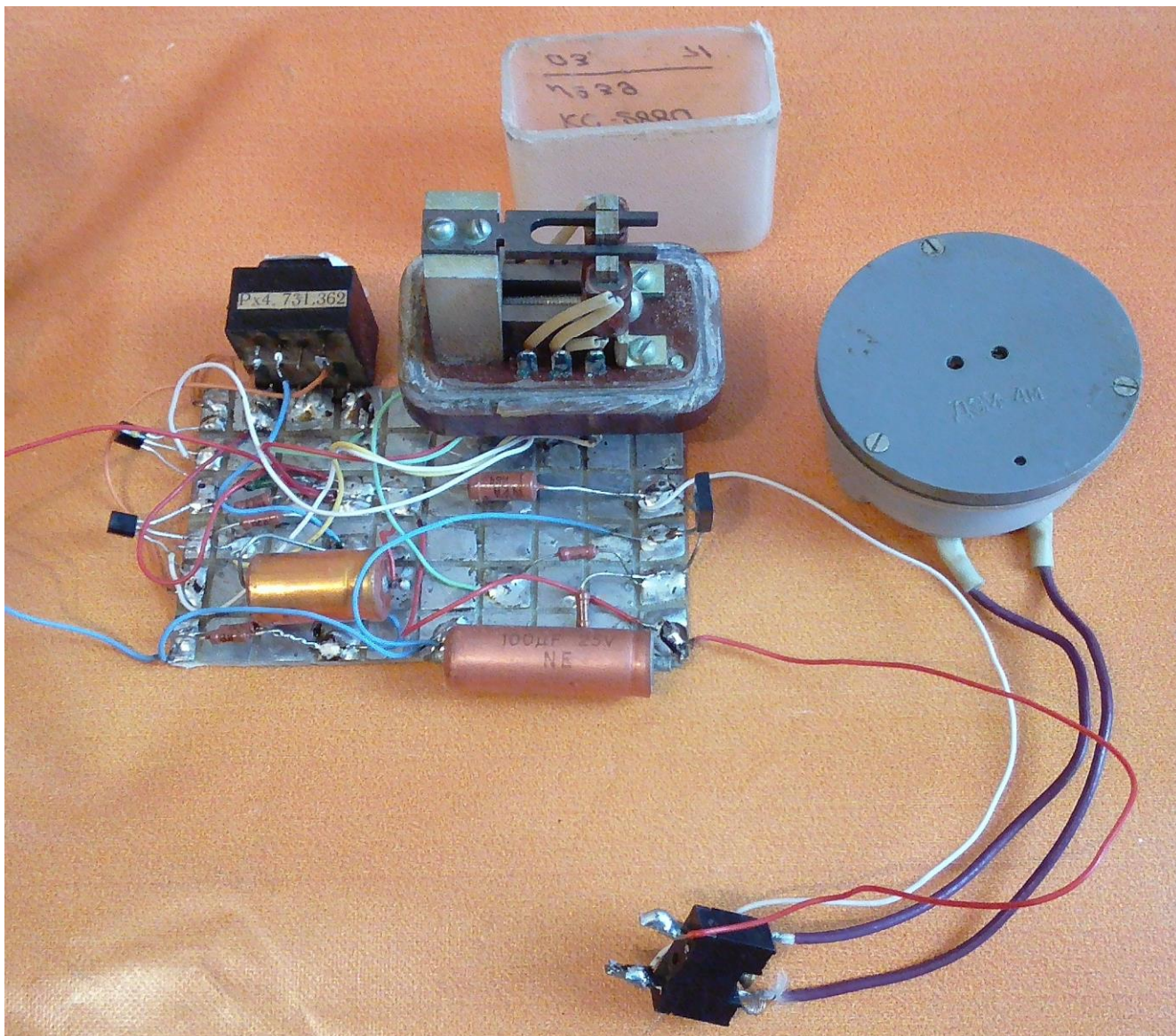


Фото 1. Камертонний генератор на 2880 Гц, кожух з камертона знятий для наглядності

Котушка L1 має 600 витків дроту типу ПЭЛШО \varnothing 0,1 мм. Котушка L2 має 900 витків дроту, з відводом від середини. Дані трансформатора T1: трансформаторне залізо Ш5×7,5, 50НХС-0,35, W1= 1200 витків дроту ПЭВ-2 \varnothing 0,1 мм, з відводом від середини W2= 600 витков провoda ПЭВ-2 \varnothing 0,1 мм. «Камертончик» малих розмірів (такий попався під руку), тому частота генерації відносно висока- 2880 Гц. Камертонні генератори, в залежності від геометричних розмірів камертона, можуть мати частоту від 10 Гц до 12 кГц.

На транзисторі VT3 зібрано емітерний повторювач, чим забезпечено низькоомний вихід схеми. Якщо не планувати подальше ділення, то транзистори типу n-p-n можна замінити на транзистори типу p-n-p; так VT1, VT2 типу КТ502, з любим буквеним індексом, VT3 на КТ814 також з любим

буквеним індексом. При використанні транзисторів типу р-п-р необхідно змінити полярність підключення оксидних конденсаторів С1 і С2 і полярність підключення джерела живлення.

При бажанні можна зробити подільник частоти на тригерах типу К155ТМ2 і отримати сітку частот 1440 Гц; 720 Гц; 360 Гц; 180 Гц; 90 Гц; 45 Гц; 22,5 Гц; 11,25 Гц. Для отримання такої сітки частот потрібно чотири мікросхеми, типу К155ТМ2- в одному корпусі два тригера. Схема подільника частоти приведена на **рис. 2**.

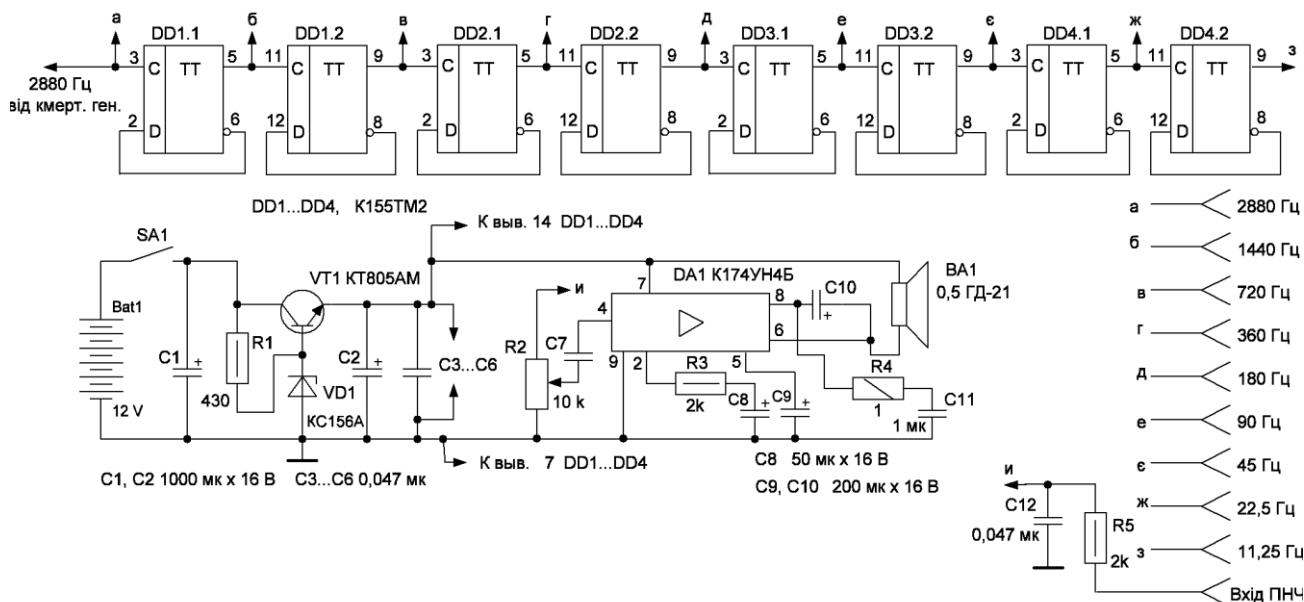


Рис.2

Для гучного прослуховування різних частот використано підсилювач низької частоти (ПНЧ). Частоту 11,25 Гц людина не чує, а введено її для того, щоб впевнитись в цьому.

Підсилювач низької частоти виконаний за стандартною схемою на мікросхемі К174УН4Б. Бажана гучність звучання встановлюється за допомогою потенціометра R2. На транзисторі VT1, резистори R1, стабілітрон VD1, і конденсаторах С1, С2 виконаний стабілізатор напруги на 5 В для живлення мікросхем. Конденсатори С3...С6 встановлюються при монтажі біля корпусів мікросхем і запаюються на ± 5 В. Для прикладу, з'єднавши провідником гнізда 1440 Гц і вхід ПНЧ буде гучно чути цю частоту.

Камертонний генератор зібрано на макетній платі учнями гуртка «радіоконструкторів». При бажанні можливо розробити друковану плату-схема досить проста, і зробити її може навіть радіоаматор-початківець.

Ясно, що при інших геометричних розмірах камертона отримаємо іншу частоту генерації камертонного генератора.

Автор: Бабин Дмитро Святославович