Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис.

Расщёт трехполярного резонанса.

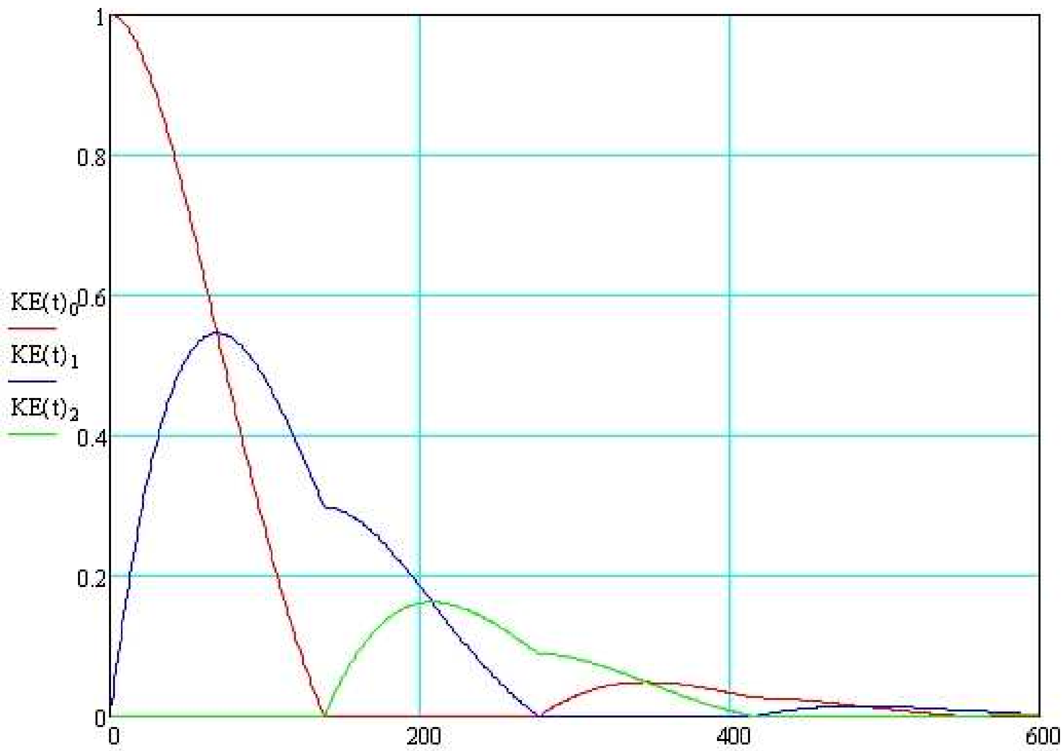
Каунас 2009

1.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

Алгебра локи 3

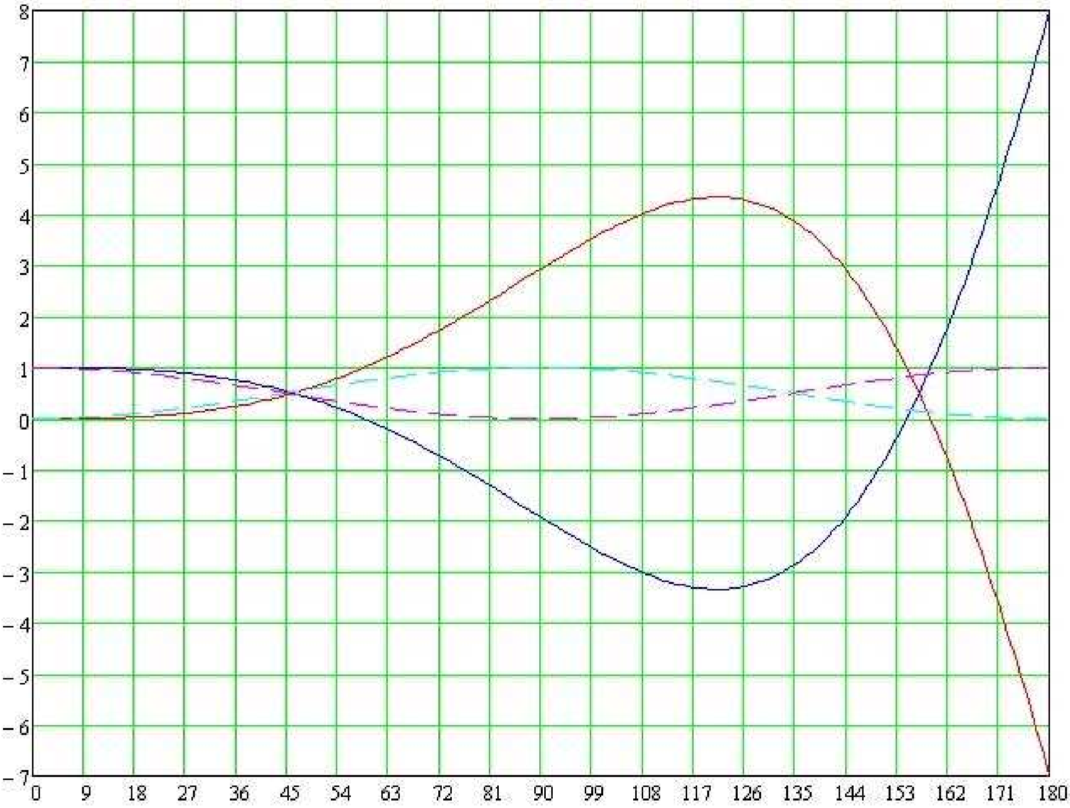
$$A^2 = B; B^2 = A; A \cdot B = \oplus; \oplus \cdot \oplus = \oplus;$$
$$A \cdot \oplus = A; B \cdot \oplus = B; A + B + \oplus = 0.$$
$$e^{Ax} = 1 + Ax + B\frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + A\frac{x^4}{4!} + B\frac{x^5}{5!} + \frac{x^6}{6!} + \dots;$$
$$e^{Bx} = 1 + Bx + A\frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + B\frac{x^4}{4!} + A\frac{x^5}{5!} + \frac{x^6}{6!} + \dots;$$
$$e^{x} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^6}{6!} + \dots;$$
$$\sin x = x + A\frac{x^3}{3!} + A^2\frac{x^5}{5!} + A^3\frac{x^7}{7!} + A^4\frac{x^9}{9!} + A^5\frac{x^{11}}{11!} + \dots = x + A\frac{x^3}{3!} + B\frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + A\frac{x^9}{9!} + B\frac{x^{11}}{11!} + \dots;$$
$$\cos x = 1 + A\frac{x^2}{2!} + A^2\frac{x^4}{4!} + A^3\frac{x^6}{6!} + A^4\frac{x^8}{8!} + A^5\frac{x^{10}}{10!} + \dots = 1 + A\frac{x^2}{2!} + B\frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + A\frac{x^8}{8!} + B\frac{x^{10}}{10!} + \dots;$$
$$e^{Kx} = \cos x + K\sin x, A = K^2,$$
$$e^{Ax}e^{Bx}e^{x} = e^0 = 1, Ax + Bx + x = 0,$$
$$e^{Ax}e^{Bx}e^{x} = (\cos x + A\sin x)(\cos x + B\sin x)(\cos x + \sin x) = \cos^3 x + \sin^3 x = 1,$$
$$\cos x = a/r, \sin x = b/r, a^3 + b^3 = r^3.$$

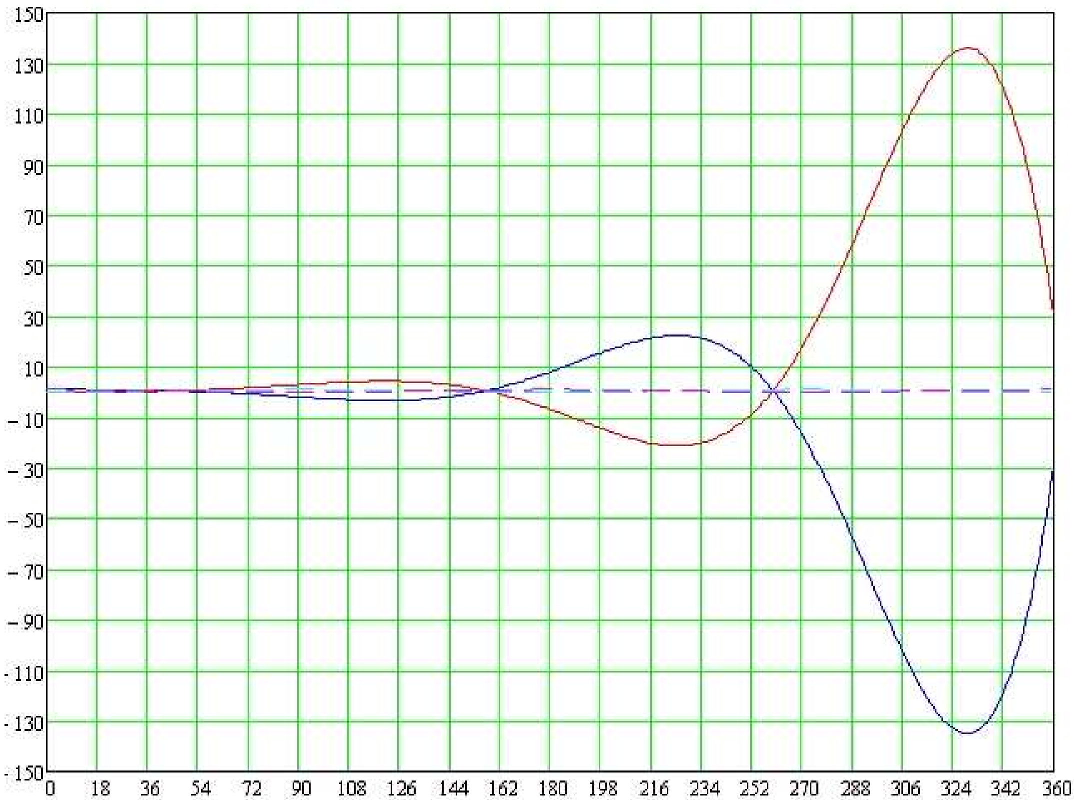
Изменение e^{Ax} в зависимости от x (полярности компенсированы $Ax + Bx + \oplus x = 0$):



2.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

$\cos^3 x$ (синий) и $\sin^3 x$ (крассный) проекции изобажены в Декартовой системе координат в сравнении с двухполярными $\cos^2 x$ (пурпурный) и $\sin^2 x$ (голубой). Там где (+) отображен $\oplus$, а где (–) отобажены A и B полярности, которые под 120 градусов.





Алгебра трёх изоморфных систем

3.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

$i+j+k=0; ij+ik+jk=0; i^2+j^2+k^2=0;$

$\alpha+\beta+\gamma=0; \alpha\beta+\alpha\gamma+\beta\gamma=0; \alpha^2+\beta^2+\gamma^2=0;$

$ij=k^2=\alpha; ik=j^2=\beta; jk=i^2=\lambda; \alpha^2=k; \beta^2=j; \gamma^2=i;$

$i^3=j^3=k^3=\alpha^3=\beta^3=\gamma^3=ijk=\alpha\beta\gamma=1;$

$e^{ix}e^{jx}e^{kx}=(\cos x+i\sin x)(\cos x+j\sin x)(\cos x+k\sin x)=\cos^3 x+\sin^3 x=1,$

$\cos x=a/r, \sin x=b/r, a^3+b^3=r^3.$

$$e^{ix}=1+ix+\gamma\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+i\frac{x^4}{4!}+\gamma\frac{x^5}{5!}+\frac{x^6}{6!}+...;$$

$$e^{jx}=1+jx+\beta\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+j\frac{x^4}{4!}+\beta\frac{x^5}{5!}+\frac{x^6}{6!}+...;$$

$$e^{kx}=1+kx+\alpha\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+k\frac{x^4}{4!}+\alpha\frac{x^5}{5!}+\frac{x^6}{6!}+...;$$

$e^{Kx}=\cos x+K\sin x, A=K^2,$

$$\sin x=x+A\frac{x^3}{3!}+A^2\frac{x^5}{5!}+A^3\frac{x^7}{7!}+A^4\frac{x^9}{9!}+A^5\frac{x^{11}}{11!}+...=x+A\frac{x^3}{3!}+B\frac{x^5}{5!}+\frac{x^7}{7!}+A\frac{x^9}{9!}+B\frac{x^{11}}{11!}+...;$$

$$\cos x=1+A\frac{x^2}{2!}+A^2\frac{x^4}{4!}+A^3\frac{x^6}{6!}+A^4\frac{x^8}{8!}+A^5\frac{x^{10}}{10!}+...=1+A\frac{x^2}{2!}+B\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+A\frac{x^8}{8!}+B\frac{x^{10}}{10!}+...;$$ Например если K= i:

$$\sin x=x+A\frac{x^3}{3!}+A^2\frac{x^5}{5!}+A^3\frac{x^7}{7!}+A^4\frac{x^9}{9!}+A^5\frac{x^{11}}{11!}+...=x+i^2\frac{x^3}{3!}+i\frac{x^5}{5!}+\frac{x^7}{7!}+i^2\frac{x^9}{9!}+i\frac{x^{11}}{11!}+...;$$

$$\cos x=1+A\frac{x^2}{2!}+A^2\frac{x^4}{4!}+A^3\frac{x^6}{6!}+A^4\frac{x^8}{8!}+A^5\frac{x^{10}}{10!}+...=1+i^2\frac{x^2}{2!}+i\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+i^2\frac{x^8}{8!}+i\frac{x^{10}}{10!}+....$$

Получаем:

$$i\sin x=ix+\frac{x^3}{3!}+\gamma\frac{x^5}{5!}+i\frac{x^7}{7!}+\frac{x^9}{9!}+\gamma\frac{x^{11}}{11!}+...; \cos x=1+\gamma\frac{x^2}{2!}+i\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+\gamma\frac{x^8}{8!}+i\frac{x^{10}}{10!}+...;$$

$$j\sin x=jx+\frac{x^3}{3!}+\beta\frac{x^5}{5!}+j\frac{x^7}{7!}+\frac{x^9}{9!}+\beta\frac{x^{11}}{11!}+...; \cos x=1+\beta\frac{x^2}{2!}+j\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+\beta\frac{x^8}{8!}+j\frac{x^{10}}{10!}+...;$$

$$k\sin x=kx+\frac{x^3}{3!}+\alpha\frac{x^5}{5!}+k\frac{x^7}{7!}+\frac{x^9}{9!}+\alpha\frac{x^{11}}{11!}+...; \cos x=1+\alpha\frac{x^2}{2!}+k\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+\alpha\frac{x^8}{8!}+k\frac{x^{10}}{10!}+....$$

Теперь мы имеем 7 полярностей: $i, j, k, \gamma, \beta, \alpha, \oplus.$

Дополнительно находим ещё 2: $\lambda=i\beta=j\alpha=k\gamma; \Lambda=j\gamma=k\beta=i\alpha.$

При этом: $i\gamma=j\beta=k\alpha=\oplus=1.$

Вывод функции умножения трех трехполярных величин и расщёт трехполярного резонанса

Для расщёта трехполярного резонанса выбираем алгебру трех изоморфных систем.
Выводим функцию умножения трех трехполярных величин:

$$(i+\gamma+\oplus)(j+\beta+\oplus)(k+\alpha+\oplus)=$$
$$=ijk+ij\alpha+ij\oplus+i\beta k+i\beta\alpha+i\beta\oplus+i\oplus k+i\oplus\alpha+i\oplus\oplus+$$
$$+\gamma jk+\gamma j\alpha+\gamma j\oplus+\gamma\beta k+\gamma\beta\alpha+\gamma\beta\oplus+\gamma\oplus k+\gamma\oplus\alpha+\gamma\oplus\oplus+$$
$$+\oplus jk+\oplus j\alpha+\oplus j\oplus+\oplus\beta k+\oplus\beta\alpha+\oplus\beta\oplus+\oplus\oplus k+\oplus\oplus\alpha+\oplus\oplus\oplus=$$
$$=\oplus+k+\alpha+j+\gamma+\lambda+\beta+\Lambda+i+$$
$$+i+\beta+\Lambda+\alpha+\oplus+k+\lambda+j+\gamma+$$
$$+\gamma+\lambda+j+\Lambda+i+\beta+k+\alpha+\oplus;$$

Далее компенсация полярных величин происходит так:
$i+j+k=0;\alpha+\beta+\gamma=0;\lambda+\Lambda+\oplus=0.$

Вычисления производим в пакете Mathcad, где полярности расположены в последовательный ряд: $\oplus,i,j,k,\gamma,\beta,\alpha,\lambda,\Lambda$.

Берем каждое плечё отдельно в трехполярном контуре и вводим в в двухполярный резонанс. Потом отключаем настроенные коденсаторы и измеряем их емкость. Емкость нужна для точного подсчета катушек индуктивности по формуле Томсона.

$$\mathrm{Lcf}(f,C):=\frac{1}{C\cdot 4\cdot\pi^2\cdot f^2}$$

$$\mathrm{fx}:=\begin{pmatrix}200\cdot10^3\\200\cdot10^3\\200\cdot10^3\end{pmatrix}\cdot2\cdot\pi \qquad \mathrm{Cx}:=\begin{pmatrix}207\\197\\160\end{pmatrix}\cdot10^{-12} \qquad \mathrm{Lx}:=\mathrm{Lcf}\left(\mathrm{fx}_0,\mathrm{Cx}\right)=\begin{pmatrix}7.749\times10^{-5}\\8.142\times10^{-5}\\1.003\times10^{-4}\end{pmatrix}$$

Здесь частота 200 kHz, емкости конденсаторов соответственно 207,197,160 pF.

Проверяем формулу если катушки, конденсаторы и частота одинаковые.
Принимаем i=L_0, j=L_1, k=L_2, $\gamma=C_0,\beta=C_1,\gamma=C_2,\oplus=2\pi\cdot200\cdot10^3$.

$$\mathrm{Lx}=\begin{pmatrix}7.749\times10^{-5}\\7.749\times10^{-5}\\7.749\times10^{-5}\end{pmatrix} \qquad \mathrm{Cx}=\begin{pmatrix}2.07\times10^{-10}\\2.07\times10^{-10}\\2.07\times10^{-10}\end{pmatrix}$$

$$\mathrm{M3LCF}:=\mathrm{Mult3}\left[\begin{pmatrix}\mathrm{Lx}_0\\\mathrm{Cx}_0\\\mathrm{fx}_0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}\mathrm{Lx}_1\\\mathrm{Cx}_1\\\mathrm{fx}_1\end{pmatrix},\begin{pmatrix}\mathrm{Lx}_2\\\mathrm{Cx}_2\\\mathrm{fx}_2\end{pmatrix}\right] \qquad \mathrm{LCF}:=\mathrm{Komp3}(\mathrm{M3LCF})$$

5.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

$$M3LCF = \begin{pmatrix} 1 \\ 7.749 \times 10^{-5} \\ 7.749 \times 10^{-5} \\ 7.749 \times 10^{-5} \\ 6.212 \times 10^{-9} \\ 6.212 \times 10^{-9} \\ 6.212 \times 10^{-9} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad LCF = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^{8} LCF_i = 0$$

Система настроенна, если полярности после умножения и компенсации $i = j = k = \gamma = \beta = \alpha = \lambda = \Lambda = 0$, кроме $\oplus$. Погрешность 10^{-13}.

Теперь вставляем реальные значения, которые были при трех отдельно работающих в резонансе двухполярных контуров:

$$Lx = \begin{pmatrix} 7.749 \times 10^{-5} \\ 8.142 \times 10^{-5} \\ 1.003 \times 10^{-4} \end{pmatrix} \qquad Cx = \begin{pmatrix} 2.07 \times 10^{-10} \\ 1.97 \times 10^{-10} \\ 1.6 \times 10^{-10} \end{pmatrix}$$

$$M3LCF := Mult3\left[\begin{pmatrix} Lx_0 \\ Cx_0 \\ fx_0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} Lx_1 \\ Cx_1 \\ fx_1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} Lx_2 \\ Cx_2 \\ fx_2 \end{pmatrix}\right] \qquad LCF := Komp3(M3LCF)$$

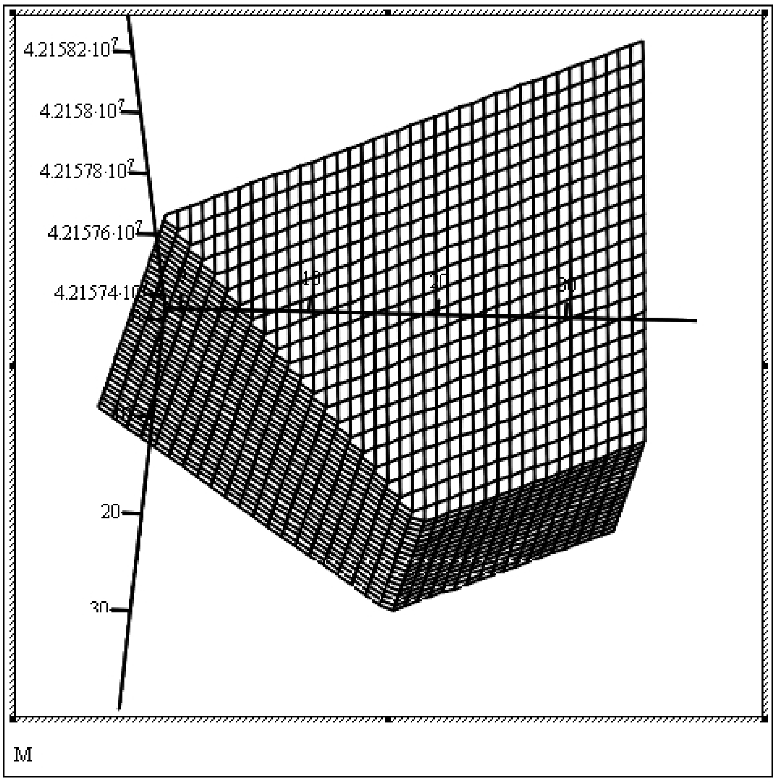
$$M3LCF = \begin{pmatrix} 1.984 \times 10^{18} \\ 1.224 \times 10^{8} \\ 1.286 \times 10^{8} \\ 1.583 \times 10^{8} \\ 326.892 \\ 311.1 \\ 252.67 \\ 6.163 \times 10^{-8} \\ 6.158 \times 10^{-8} \end{pmatrix} \qquad LCF = \begin{pmatrix} 1.984 \times 10^{18} \\ 0 \\ 6.212 \times 10^{6} \\ 3.595 \times 10^{7} \\ 74.222 \\ 58.43 \\ 0 \\ 5.372 \times 10^{-11} \\ 0 \end{pmatrix}$$

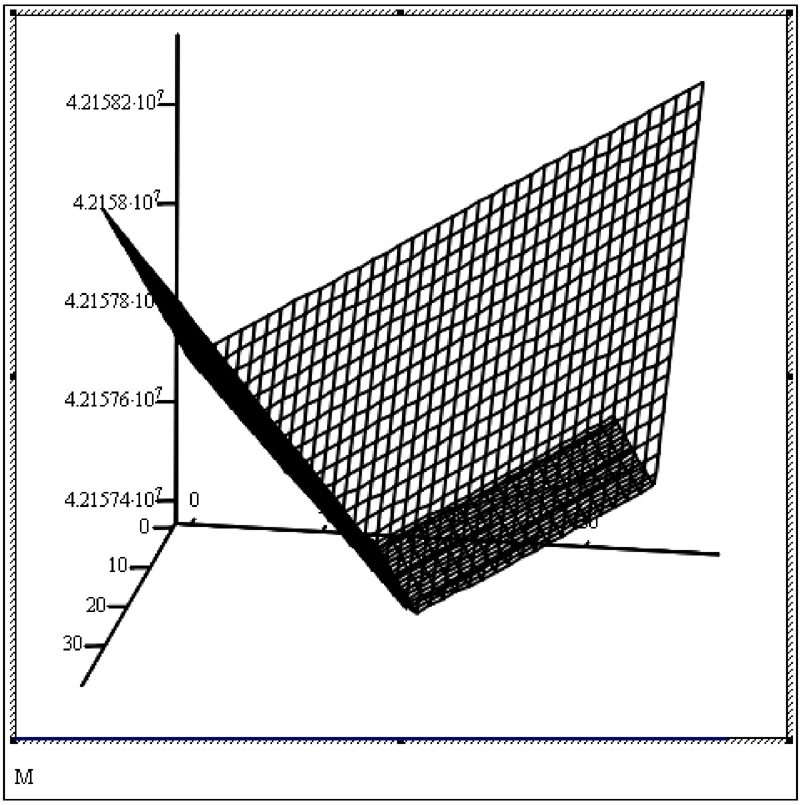
$$\sum_{i=1}^{8} LCF_i = 4.216 \times 10^{7}$$

6.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

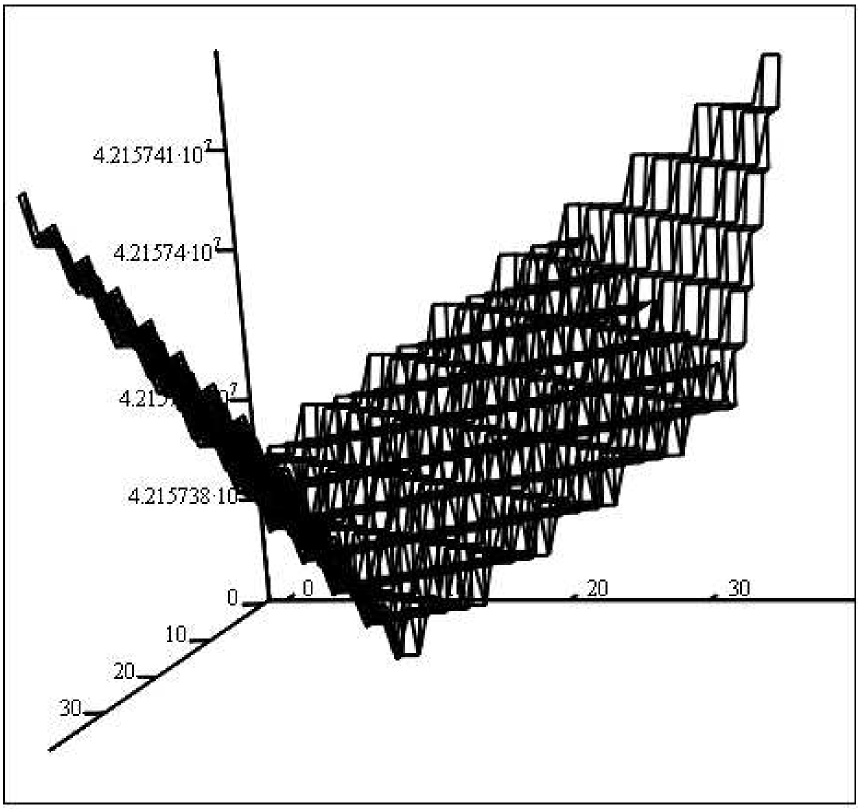
Видно, что сумма (по количеству) последних 8 полярностей довольно далека от нуля, значит в системе трехполярного резонанса не будет.

Теперь просканируем диапазон настройки конденсаторов, при этом один конденсатор принимаем C_0=207 pF. Здесь оси *x*,*y* * 10 pF, а *z* сумма (по количеству) последних 8 полярностей. В картинке видна точка резонанса.

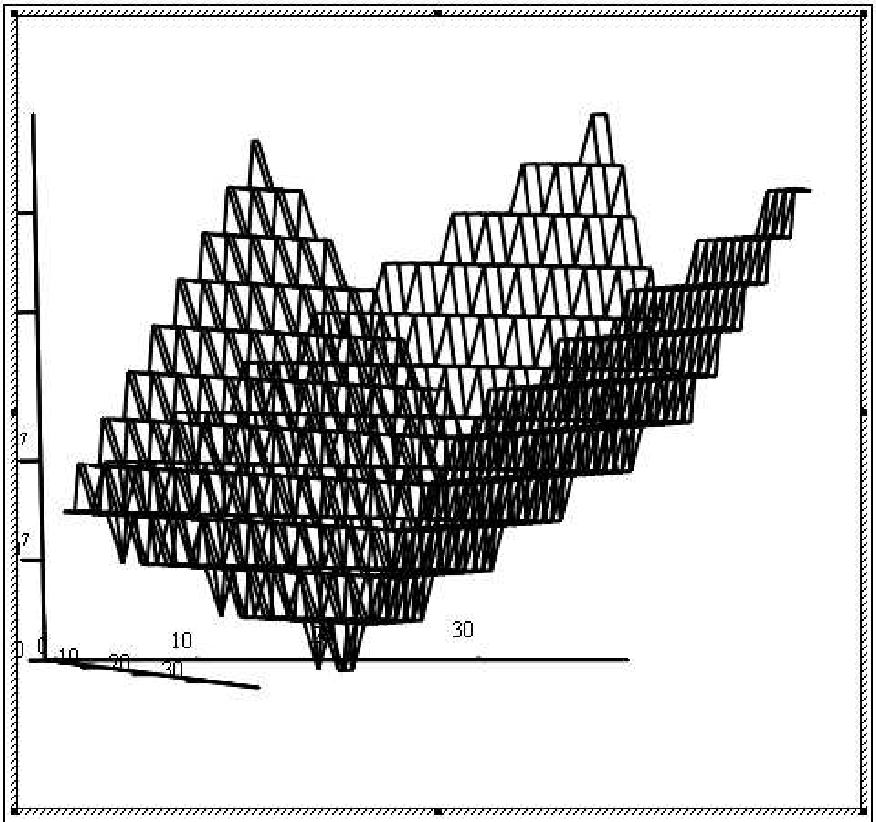




В увеличенном маштабе (Здесь оси (200+*x/2)*,*(200+y/2)* pF):



M2



M2

8.Наримантас Кутка. Саулюс Гоцейкис. Расщёт трехполярного резонанса. Каунас 2009.

Выводы:

1. Чем более одинаковые подобранны катушки, тем легче установить трехполярный резонанс, но тогда совпадет с параметрами двойственного резонанса, а при совпадении 3-приёмник должен принимат 2-ном режиме передатчика. Значит можно найти разных несколько 3-резонансов.
2. 3-передатчика 2-приемник не будет принимать.
3. Нужно рассчеты проверить на практике, в формулы втавляя разные величины $L, \omega L, C, \omega C, \omega, 1$.

Литература:

1. **В.Ленский.** «Истоки вхождения в многополярность», Москва – 1990г.
2. **В.Ленский.** «Основы многополярности», Иркутск, Издательство Иркутского университета, 1986 г.
3. **Василий Ленский.** Математика. Пространства - Vilnius : Tarptautinė Lietuvos mokslininkų ir inteligentų asociacija "Kūryba", 2007. - 230 p. - ISBN 978-9986-9145-7-**0**
4. **N.Kutka.** Tripoliarės algebros sukūrimas remiantis dielektikos dėsniais / Lietuvos mokslas ir pramonė, konferencija, (1998, Kaunas). / Taikomoji matematika : studentų konferencijos pranešimų tezės, Kaunas, 1998m. gegužės 9d. / atsakingas redaktorius J.A. Aksomaitis / Kaunas : Technologija, 1998 / D185012
5. **Номер заявки: 2008012.** A multipolar oscilation circiut.