ЗАКОН НА ОМ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛНИЯТ ИНВЕРТОР

Христо Хинов, Георги Георгиев, Станка Кехаякосева

Последователният инвертор е основна схема и модел на симетричен преобразовател на постояннотокова енергия [1]. Захранващата му верига - фиг.1, черпи от източника ток I_0, който определя и мощността на преобразователя.

Целта на настоящето е доказването на връзката между тока и напрежението в захранващата верига, в смисъла на закона на Ом, който директно не може да бъде приложен спрямо такива нелинейни вериги.

Всеки полупериод на установеният режим започва в комплексната фазова равнина [2,3] от точката:

$$(1) \ldots \quad \bar{\Phi} = 2\,\frac{1-\bar{\rho}}{1-\rho^{2}} - 1$$

където:

комплексно спрегнатото: $\bar{\rho} = exp[(-\Delta \cdot j)\theta]$, представлява реалната единица - фиг.2, завъртяна на ъгъл θ и редуцирана по модул до $e^{-\Delta\theta}$. Където модула на $\bar{\rho}$ е:

$$(2) \ldots \quad \rho = exp(-\Delta\theta)$$

използва се още на модула $-\rho^{2} = exp(-2\Delta\theta)$, където:

$\Delta = \dfrac{\delta}{\omega}$ - относителното затихване на RLC веригата, съответно:

$$\delta = \frac{R}{2L} \qquad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \delta^2}$$

$\theta = \omega\frac{T}{2}$ - ъглов път на полупериода, който изминава фазовия вектор [2] за времето на полупериода $\frac{T}{2}$ - фиг.2.

Според метода на фазовото пространство, изследвания процес се изобразява във вид на графика в комплексна равнина, където по реалната ос се нанася относителното напрежение на кондензатора

$u = \frac{U}{E}$, а по имагинерната ос - относителното значение на тока

$$ji = \frac{I}{\frac{E}{\omega L}}$$

В така дефинираната комплексна фазова равнина, фазовата траектория на установения режим е логаритмична спирала - фиг.2. Тя се повтаря точно всеки полупериод в установения режим [3] и се характеризира с център на въртене точката $(-1, j0)$.

Уравнението на фазовата траектория представяно в комплексен вид е:

$$(3) \ldots \quad \Phi(\vartheta) = -1 + (\bar{\Phi} + 1).e^{(-\Delta + j)\vartheta}$$

Ъгълът - ϑ е текуща променлива ограничена от ъгъла на полупериода - θ : $0 \leqq \vartheta \leqq \theta$ и пропорционална на времето: $\vartheta = \omega t$, чрез ъгловата скорост.

Направената постановка дава възможност да се определи функцията на тока, като имагинерна съставка на (3).

$$i(\vartheta) = Imag[\Phi(\vartheta)]$$

Извършвайки съответните математически преобразования се получава:

$$(4)\ldots\quad i(\vartheta)=\frac{2\cdot e^{-\Delta\vartheta}}{1-\rho^{2}}[(1-\rho\cos\theta)\sin\vartheta+\rho\sin\theta\cos\vartheta]$$

Прилагайки теоремата за средните стойности се определя постоянната съставка на тока:

$$i_{0}=\frac{1}{\theta}\int_{0}^{\theta}i(\vartheta)\,d\vartheta$$

Интегрирането на (4) се свежда до следните два стандартни интеграла:

$$(5)\ldots\quad i_{0}=\frac{2}{\theta(1-\rho^{2})}\Big[(1-\rho\cos\theta)\int_{0}^{\theta}e^{-\Delta\vartheta}\cdot\sin\vartheta\,d\vartheta+$$

$$+\rho\sin\theta\int_{0}^{\theta}e^{-\Delta\vartheta}\cdot\cos\vartheta\,d\vartheta\Big]$$

Тяхното решение е:

$$\int_{0}^{\theta}e^{-\Delta\vartheta}\cdot\sin\vartheta\,d\vartheta=\frac{(-\Delta\sin\theta-\cos\theta)\rho+1}{(1+\Delta^{2})}$$

$$\int_{0}^{\theta}e^{-\Delta\vartheta}\cdot\cos\vartheta\,d\vartheta=\frac{(-\Delta\cos\theta+\sin\theta)\rho+\Delta}{(1+\Delta^{2})}$$

, които заместени в (5) се преобразуват до:

$$(6)\ldots\quad i_{0}=\frac{2}{\theta}\cdot\frac{\rho^{2}-2\rho\cos\theta+1}{(1-\rho^{2})(1+\Delta^{2})}$$

Малкото затихване при резонансните инвертори, дава основание последният резултат да бъде редуциран до:

$$(7)\ldots \quad \omega \approx \frac{2}{\theta} \cdot \frac{\rho^2 - 2\rho\cos\theta + 1}{1 - \rho^2}$$

От безразмерното равенство (7) се възстановява токовата димензия в ампери, посредством използваната постановка на фазовата комплексна равнина.

$$(8)\ldots \quad I_0 = \frac{E_0}{\omega L \dfrac{\theta}{2} \quad \dfrac{1 - \rho^2}{\rho^2 - 2\rho\cos\theta + 1}}$$

Това е търсената зависимост между напрежението на източника и захранващия инвертора ток. Определянето на тока еднозначно фиксира консумираната мощност от източника и въобще цялата дейност на инвертора. Несложният вид на (8) показва, че могат ефективно да бъдат изследвани този тип нелинейни задачи по методи, които елиминират третирането на обекта в преходния процес.

Знаменателя на (8) е динамичното съпротивление на захранващата верига на инвертора в смисъла на закона на Ом:

$$(9)\ldots \quad R(\theta) = \omega L \frac{\theta}{2} \cdot \frac{1 - \rho^2}{\rho^2 - 2\rho\cos\theta + 1}$$

Вълновия импеданс $-\omega L$, характерен за линейна верига, тука е корегиран от множителя $- \dfrac{\theta}{2} \cdot \dfrac{1 - \rho^2}{\rho^2 - 2\rho\cos\theta + 1}$

Този корегиращ множител, а чрез него и цялото динамично съпротивление (9), зависят съществено от полупериодният ъгъл $- \theta$ и редукциите на единичния модул ρ - (2) , посредством затихването на веригата.

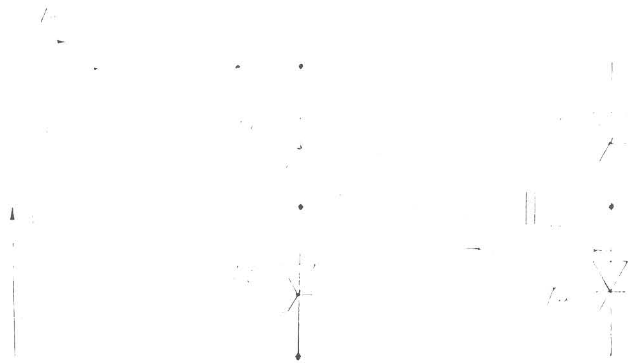
Доказаното разширява периметъра на действието на закона на Ом и при последователният инвертор, навлизайки по този начин в областта на нелинейните схеми и системи.

ЛИТЕРАТУРА

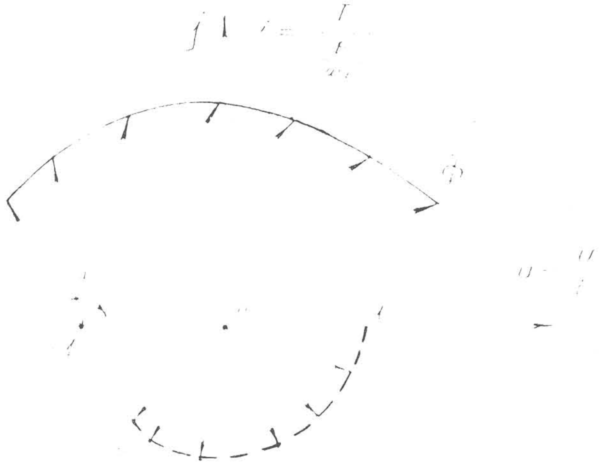
1.Начев Н.,Г.Малеев.Силова електроника.С.,Техника,1979.

2.Хинов Х.,С.Кехаякосева,Г.Георгиев.Натрупвания при последователният инвертор.Габрово,1993.Под печат.

3.Хинов Х.,С.Кехаякосева,Г.Георгиев.Установен режим при последователният инвертор.Габрово,1993.Под печат.



Фиг.1



Фиг.2