

В.Г.Никитин

К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА
ТРАНСФОРМАТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

При циклическом изменении напряженности магнитного поля H , что имеет место при питании обмотки возбуждения трансформаторного преобразователя перемещения (ТПП) переменным током $i_1(t)$, зависимость $B = f(H)$ имеет вид петли гистерезиса, характеризующейся следующими параметрами: коэрцитивной силой H_c , остаточной индукцией B_r , индукцией насыщения B_m . вследствие этого даже при $i_1(t) = I_m \sin \omega t$ кривая магнитной индукции $B(t)$ искажается, и выходной сигнал $e_2(t)$ состоит из ряда гармонических составляющих, определение которых в ряде случаев бывает необходимо.

При расчете магнитных цепей пользуются как основной, так и средней кривой намагничивания. Причем для аппроксимации этих кривых часто выбирают зависимость вида $H = \alpha \operatorname{sh} \beta B$ [2], которая имеет следующие недостатки: недостаточно точно описывает начальный участок кривой намагничивания; не удовлетворяет ограничениям, которые необходимо накладывать на кривые наилучшего приближения; не обладает необходимыми свойствами в смысле ее уточнения при введении новых параметров. Не проводя подробного анализа других известных методов, остановимся на аппроксимации кривой намагничивания соотношением вида

$$B = a_1 H + a_3 H^3 + \dots + a_{2n+1} H^{2n+1}, \quad (1)$$

которое при отыскании постоянных в правой части путем разложения по ортогональным многочленам Чебышева для данного $m = 2n+1$ дает наилучшее приближение к экспериментальной зависимости.

Предположим, что $i_1(t) = I \sin \omega t$, $H(t) = H \sin \omega t$.

Тогда выражение (1) можно представить как

$$B = \sum_{k=0}^n a_{2k+1} H^{2k+1} \sin^{2k+1} \omega t, \quad (2)$$

где $k = 0, 1, 2, 3 \dots$

Введем новые переменные $\tau = \omega t$; $\beta = a_1 H_m$;

$$a_1 = \mu / H - 0; \quad \alpha_{2k+1} = \frac{a_{2k+1} H^{2k+1}}{\beta}$$

$$B = b \sum_{k=0}^n \alpha_{2k+1} \sin^{2k+1} \tau. \quad (3)$$

ЭДС выходной обмотки ТНН может быть найдена из известного [1] выражения

$$e_2(t) = SW_2 \frac{dB}{dt}, \quad (4)$$

где S - сечение сердечника ТНН;
 W_2 - число витков выходной обмотки.

Определим амплитуды гармоник B , разложив нечетную периодическую функцию (3) в ряд Фурье. Это разложение следует искать в виде

$$B = \sum_{k=0}^{\infty} B_{2k+1} \sin(2k+1)\tau, \quad (5)$$

где

$$B_{2k+1} = \sum_{m=0}^n \frac{2b\alpha_{2m+1}}{\pi} \int_0^{\pi} \sin^{2m+1} \tau \sin(2k+1)\tau d\tau.$$

Интеграл, стоящий под знаком суммы, может быть вычислен в общем виде. При $m < k$ он равен нулю, а при $m \geq k$

$$\int_0^{\pi} \sin^{2m+1} \tau \sin(2k+1)\tau d\tau = \frac{(-1)^k \pi}{2^{2m+1}} C_{2m+1}^{m-k},$$

где C_{2m+1}^{m-k} - число сочетаний из $2m+1$ по $m-k$.

Окончательно получим

$$B = \sum_{k=0}^n \sin(2k+1)\tau \sum_{m=k}^n \frac{b\alpha_{2m+1} (-1)^k}{2^{2m}} C_{2m+1}^{m-k}. \quad (6)$$

Поэтому ЭДС вторичной обмотки будет иметь вид

$$e_2 = SW_2 \sum_{k=0}^n (2k+1)\omega \cos(2k+1)\tau \sum_{m=k}^n \frac{(-1)^k b\alpha_{2m+1}}{2^{2m}} C_{2m+1}^{m-k}. \quad (7)$$

Отсюда легко найти амплитуды гармоник

$$e_{2,2k+1} = SW_2 (2k+1)\omega \sum_{m=k}^n \frac{(-1)^k b\alpha_{2m+1}}{2^{2m}} C_{2m+1}^{m-k}. \quad (8)$$

Заметим, что в ряде Фурье количество членов ряда определяется величиной n из выражения (2) - степенью полинома функциональной аппроксимации кривой намагничивания.

Полученная формула (8) позволяет вычислить амплитуды любого числа гармоник ЭДС выходной обмотки, если известна кривая намагничивания сердечника ТПП.

Л и т е р а т у р а

1. Б е с с о н о в Л.А. Электрические цепи со сталью. М., -Д. Госэнергоиздат, 1948.
2. Б е л ы й М.И. Электромагнитные измерительные преобразователи с распределенными параметрами. Ульяновск, 1968.

УДК 681.3.055

А.Б.Майер, В.В.Масалькин

ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ ТРИГГЕРОВ РЕВЕРСИВНОГО ДВОИЧНОГО СЧЕТЧИКА

В [1] приведена схема синхронного реверсивного счетчика, выполненного на логических элементах и JK - триггерах. При числе разрядов более четырех в этом счетчике импульс переноса в старшие разряды формируется путем объединения выходов предыдущих разрядов, что требует использования дополнительных логических элементов и увеличения количества связей, снижающих помехоустойчивость счетчика.

Данная работа посвящена синтезу входных цепей триггеров реверсивного счетчика, к которому предъявляются следующие требования:

1. Возможность использования в счетчике любых триггеров со счетным входом, т.е. функционирование триггеров должно описываться уравнением счетного Т-триггера:

$$Q^{t+1} = Q^t \bar{T}^t \vee \bar{Q}^t T^t,$$

где Q^t и Q^{t+1} - состояния выходов триггера соответственно до и после поступления импульса T^t .

2. Наличие минимума информационных связей для управления триггерами. Это требование будет выполнено только в том случае, когда импульс переноса на вход k -го триггера T_k формируется на основе импульса переноса на входе ($k-1$)-го триггера T_{k-1} и состояния