

Изобретение относится к области электронной вычислительной техники, может быть использовано в доменной памяти.

Известен блок возбуждения тока управления катушками индуктивности для микросборок доменной памяти, содержащий несколько ключей, формирующий синусоидальный ток в катушке с помощью резонансного контура, состоящего из самой катушки и конденсатора [1]. Годограф вращающегося магнитного поля $H_{вр} = f(JXJ_y)$ В этих устройствах имеет форму круга, т.е. оптимален для управления доменами. Недостатком известных устройств является необходимость в специальной схеме, обеспечивающей стартовый режим, нестабильность фазы магнитного поля управления, необходимость в громоздких прецизионных конденсаторах, а также повышенные требования к параметрам ключей (транзисторам), поскольку они переключают большой ток при заряде емкости конденсатора в момент пуска.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является блок возбуждения тока управления катушками индуктивности для микросборок доменной памяти, содержащий шины управления, усилитель, состоящий из четырех ключей [2], двух резисторов и четырех диодов, которые соединены по мостовой схеме и параллельно каждому из которых подключены выходы одного из ключей, причем в одну диагональ мостовой схемы включен источник питания, а входы первого, второго, третьего и четвертого ключей являются входами усилителя. Двуполярный ток треугольной формы формируется в катушке путем заряда-разряда индуктивности. Резисторы служат для регулировки амплитуды одной полярности.

Достоинством этого блока возбуждения является простота обеспечения стартового режима, стабильность фазы магнитного поля, отсутствие громоздких прецизионных конденсаторов и, как следствие, отсутствие весьма высоких требований к параметрам ключей (транзисторам).

Недостатком этого блока возбуждения является то, что годограф вращающегося магнитного поля формируется двуполярными треугольными (а не синусоидальными) токами, из-за чего годограф отличается от оптимальной формы (круга) и приобретает форму четырехугольника, что сужает область устойчивой работы (ОУР) блока возбуждения из-за сужения ОУР микросборок доменной памяти. Кроме того, при разрядке катушки происходит так называемая отсечка тока, обусловленная нелинейностью вольт-амперной характеристики диодов. Наличие отсечки ("ступеньки") тока в катушке приводит к еще большему отклонению годографа от оптимальной формы (круга), что дополнительно сужает ОУР микросборок доменной памяти, а значит и ОУР блока возбуждения.

В основу изобретения поставлена задача создать блок возбуждения катушками индуктивности для микросборок доменной памяти, в котором новое выполнение схемы управления позволило бы обеспечить в катушках практически синусоидальный (квазисинусоидальный) ток и за счет этого расширить ОУР блока без его усложнения.

Для этого в блок возбуждения тока управления катушками индуктивности для микросборок доменной памяти, содержащей шины управления, усилитель, состоящий из четырех ключей, двух резисторов и четырех диодов, которые соединены по мостовой схеме и параллельно каждому из которых подключены выходы соответствующих ключей, причем в одну диагональ мостовой схемы включен источник напряжения, а входы первого, второго, третьего и четвертого ключей являются входами усилителя, введены два формирователя, узел управления, первый выход которого соединен со вторым входом усилителя, выходы первого и второго формирователя соединены со входами соответствующих ключей и первым и вторым входами узла управления, входы первого и второго формирователей являются соответственно первым и третьим управляющими входами блока, третий и четвертый входы узла управления являются соответственно вторым и четвертым управляющими входами блока, первый и второй резисторы подключены между первым и вторым и третьим и четвертым ключами соответственно, причем узел управления содержит два формирователя с инверсным входом и два элемента ИЛИ, выход первого из которых является первым выходом узла управления, второй вход первого элемента ИЛИ подключен к выходу первого формирователя с инверсным входом, первый вход первого элемента ИЛИ является третьим входом узла управления, второй вход второго элемента ИЛИ подключен к выходу второго формирователя с инверсным входом, первый вход второго элемента ИЛИ является четвертым входом узла управления, а входы первого и второго формирователей с инверсным входом являются соответственно вторым и первым входами узла управления.

Введение формирователей и узла управления в блок возбуждения тока управления катушками индуктивности для микросборок доменной памяти позволяет крутизну тока формировать отдельно по участкам с помощью подключения цепей с соответствующей постоянной времени, получая в целом практически синусоидальный ток.

Таким образом, заявляемый блок обеспечивает форму тока, близкую к оптимальной, что и позволяет получить расширение ОУР блока без его усложнения.

Введение в известный блок возбуждения дополнительных элементов и связей позволяет сформировать практически синусоидальный (квазисинусоидальный) ток управления катушками индуктивности для микросборок доменной памяти.

На фиг. 1 представлена блок-схема блока возбуждения, на фиг. 2 показаны временные диаграммы сигналов управления и токов возбуждения в катушке в течение одного периода T работы ЗУ на ЦМД. На фиг. 3 показаны цепи разряда катушки X .

Блок возбуждения (фиг. 1) содержит четыре шины 1-4, два формирователя 5, 6 и узел 7 управления, состоящий, например, из двух формирователей 8,9 с инверсным входом и двух схем ИЛИ 10,11.

Блок возбуждения содержит также усилитель 12, состоящий из четырех ключей 13-16, четырех диодов 17-20, двух резисторов 21-22, а также микросборки 23 с катушкой 24.

Первая и третья шины 1,3 управления присоединены ко входу соответственно формирователей 5, 6. Выход формирователя 5 подсоединен к первому входу узла 7 управления и к первому входу усилителя 12. Выход формирователя 6 подсоединен к второму входу узла 7 управления и третьему входу усилителя 12. Вторая и четвертая шины 2, 4 управления подсоединены соответственно к третьему и четвертому входу узла 7 управления.

Первый и второй выходы узла 7 управления подсоединены соответственно ко второму и четвертому входам усилителя 12. Второй вход узла 7 управления соединен с инверсным входом формирователя 8, выход которого соединен со вторым входом первой схемы ИЛИ 10, выход которой подсоединен к первому выходу узла 7 управления, а первый вход которой подсоединен к первому выходу узла 7 управления, а первый вход которой подсоединен к третьему входу узла 7 управления. Первый вход узла 7 управления подсоединен к инверсному входу формирователя 9, выход которого подсоединен ко второму входу второй схемы ИЛИ 11, выход которой подсоединен ко второму выходу узла 7 управления, а первый вход которой подсоединен к четвертому входу узла 7 управления. Входы первого, второго, третьего и четвертого ключей 13-16 подсоединены к соответствующим входам усилителя 12. Параллельно каждому ключу 13-16 подсоединен один из диодов 17-20, а последние включены по мостовой схеме, причем в одну диагональ мостовой схемы подсоединен источник напряжения Е, а во вторую - катушка 24 микросборки 23.

Блок возбуждения работает следующим образом. При пуске на шины 1 и 4 управления поступает на каждую сигнал (фиг. 2), длительностью равной четверти периода $t=0,25T$. Формирователь 5 расширяет сигнал на выходе 25 до величины $t-t_1$. По заднему фронту этого сигнала формирователь 9 с инверсным входом формирует на выходе 28 короткий сигнал длительностью t_2 . Схема ИЛИ 11 объединяет этот сигнал с входным сигналом на шине 4, образуя на шине 30 сигнал, состоящий из двух импульсов. Сигналы на шинах 25 и 30 управляют соответственно ключами 13 и 16, обеспечивая одновременное их включение в течение первой четверти периода T , что вызывает протекание тока по цепи: +Е, открытый ключ 13, катушка 24, резистор 22, открытый ключ 16, корпус. Отметим, что поскольку эта цепь помимо катушки 24, содержит резистор 22, то нарастание тока в первую четверть периода происходит не по линейному закону, а по экспоненте с постоянной времени:

$$\tau = \frac{L}{R_{22}}, \quad (1)$$

где L - индуктивность катушки X 24;
 R_{22} - сопротивление резистора 22.

В данном случае и далее при упрощении принимаем, что сопротивление открытого ключа и сопротивление (активное) катушки равно нулю. Объясняется это тем, что в одних случаях эти сопротивления достаточно малы и приближаются к коротке, изображающей открытый ключ на рис. 3, а в других потому, что последовательно с ними включены элементы (резисторы, диоды), величины сопротивлений которых достаточны для описания процессов, происходящих в ЗУ без учета сопротивления вышеуказанных элементов. Во вторую четверть периода на участке времени t_2 ключ 13 открыт, а ключ 16 закрыт - происходит разряд катушки. Образуется две цепи разряда (рис. 3а), из них первая: катушка 24, диод 19, источник напряжения (+Е, корпус), диод 18, катушка 24 и вторая цепь: катушка 24, диод 19, открытый ключ 13, причем открытый ключ 13 шунтирует диод 18. Поэтому постоянная времени цепи разряда катушки 24 на участке t_2 фактически определяется второй цепью, т.е. прямым сопротивлением диода 19 и индуктивностью катушки 24:

$$\tau_1 = \frac{L}{R_{d19}}, \quad (2)$$

где R_{d19} - прямое сопротивление диода 19.

На участке времени t_2 ключ 13 закрыт, но открыт ключ 16. В это время разряд катушки (фиг. 3б) происходит по первой цепи: катушка 24, диод 19, источник напряжения (+Е, корпус), диод 18 и по третьей цепи: катушка X24, резистор 22, ключ 16, диод 18. Сопротивление резистора 22 намного меньше прямого сопротивления диода 19, поэтому резистор 22 и открытый ключ 16 шунтируют диод 19 и в связи с чем постоянная времени цепи разряда на участке времени фактически определяется третьей цепью, т.е. прямым сопротивлением последовательно включенных диода 18, резистора 22 и индуктивностью катушки 24

$$\tau_2 = \frac{L}{R_{d18} + R_{22}}, \quad (3)$$

где R_{d18} - прямое сопротивление диода 18;

R_{22} - сопротивление резистора 22

$R_{d18} = R_{d19} > R_{22}$

На участке времени ключи 13 и 16 закрыты, разряд катушки X24 (фиг. 3в) происходит только по первой цепи: катушка 24, диод 19, источник напряжения (+Е, корпус), диод 18, для которой постоянная времени

$$\tau_3 = \frac{L}{R_{d19} + R_{d18}}, \quad (4)$$

Из приведенных формул (2,3,4) следует, что $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$, поэтому крутизна спада тока разряда катушки 24 на участке t_1 наименьшая, а на участке t_3 наибольшая.

Таким образом крутизна спада тока во вторую четверть периода формируется отдельно для каждого из трех временных участков t_1 , t_2 , t_3 , причем на каждом следующем участке крутизна спада тока увеличивается, а в целом ток во вторую четверть периода приобретает вид, близкий к синусоиде. Максимального приближения формы тока второй четверти периода к синусоидальной добиваются выбором длительностей t_1 , t_2 , t_3 с помощью подстройки формирователей 8,9 и частично выбором постоянной времени t_1 , t_2 , t_3 , путем выбора типа диодов 18, 19 (по величине их прямого сопротивления) и типа оконечных транзисторов ключей 13,16 (по величине их сопротивления в режиме насыщения). При этом также добиваются того, чтобы пересечение тока с нулевой линией происходило в момент окончания четверти периода, т.е. добиваются, чтобы

$$t_1 + t_2 + t_3 = 0,25 T$$

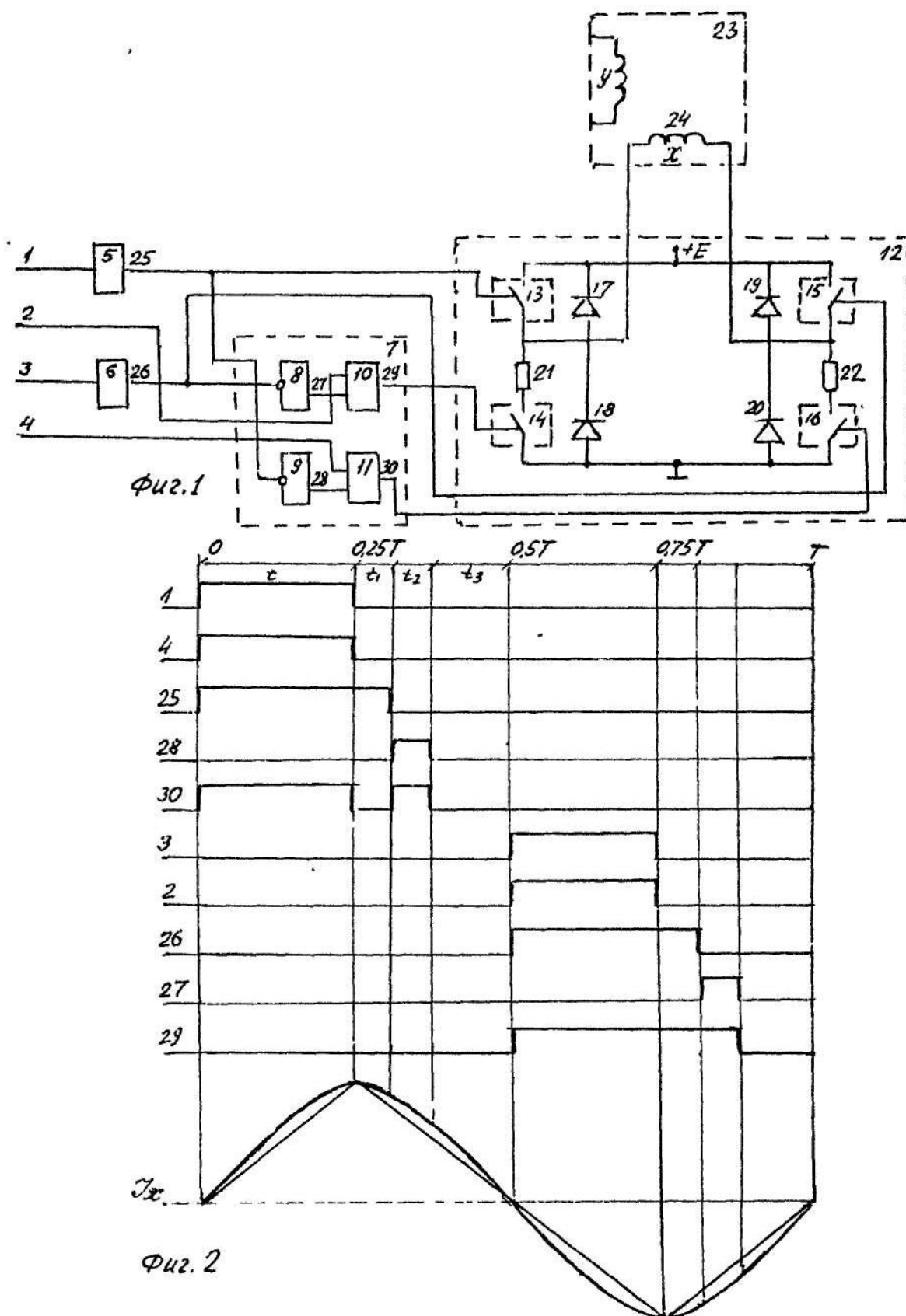
и тем самым устраняют "ступеньку".

Выше отмечалось, что в первую четверть периода, т.е. при заряде индуктивности катушки 24 ток через нее нарастает по экспоненте. Подбором величины постоянной времени $t(1)$ этой цепи путем подстройки сопротивления резистора 22 добиваются того, чтобы форма тока на этом участке максимально приближалась к синусоиде (квазисинусоиде). Отметим, что величину сопротивления резистора 22 следует выбирать с

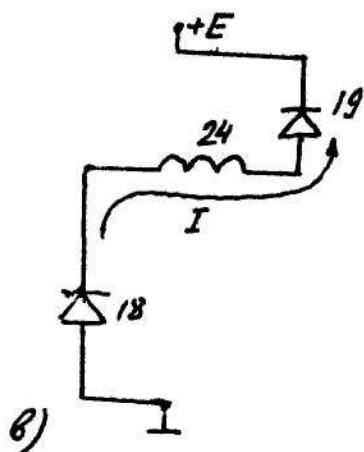
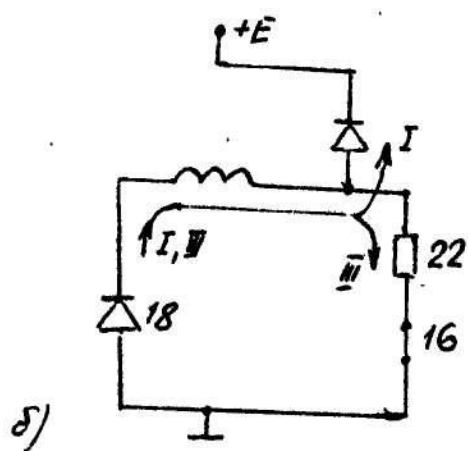
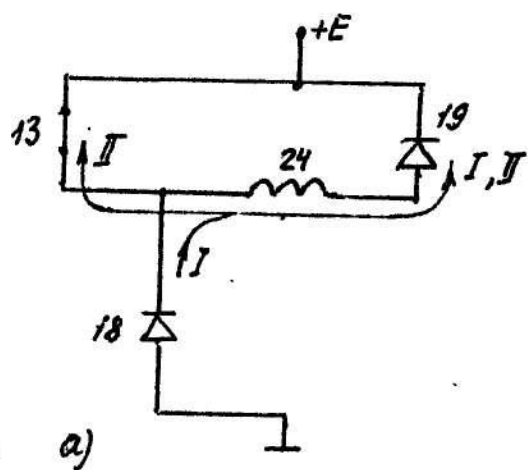
учетом оптимального значения постоянной времени $t_2(3)$, величина которой зависит от него.

Постоянные времени t_1 , t_2 и t_3 зависят и от величины индуктивности катушки 24. Подбор индуктивности возможен также путем параллельного подключения одноименных катушек одновременно работающих N микроборков,

Аналогично описанному происходят процессы возбуждения тока отрицательной полярности в третью и четвертую четверть периода. При этом задействованы ключи 15 и 14, диоды 1 и 20 и резистор 21.



Фиг. 2



Фиг. 3