

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

На правах рукописи

ШАЙМАТОВ Бобокул

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
ДЕЛИТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ НА БАЗЕ
ОБРАТИМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ**

Специальность 05. 09. 05 — Теоретическая электротехника

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Ташкент — 1995

Работа выполнена на кафедре «Теоретическая и общая электротехника» Ташкентского Государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни и на кафедре «Общая электротехника» Бухарского технологического института пищевой и легкой промышленности.

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки
РУз, д. т. н., профессор

А. С. Каримов

Официальные оппоненты: д. т. н., проф. **Т. М. Кадыров**
к. т. н., доц. **Н. А. Халилов**

Ведущая организация: Институт энергетики и автоматики
АН РУз.

Защита состоится « ____ » _____ 1995 г.

в 10⁰⁰ часов на заседании специализированного Совета

К 067. 07. 23 в Ташкентском Государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни по адресу: 700095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, ТашГТУ, Энергетический Центр, аудитория 341.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке ТашГТУ (Ташкент, ул. Университетская, 2).

Отзывы и замечания, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 700095, г. Ташкент, Вузгородок, ул. Университетская, 2, ТашГТУ, ЭЦ, ученому секретарю Совета.

Тел.: 46-08-04, 46-09-62.

Автореферат разослан « ____ » _____ 1995 г.

**Ученый секретарь
Специализированного Совета**

к.т.н., доцент

Б.А.Абдуллаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Одной из актуальных задач нелинейно и электротехники является исследование нелинейных цепей с целью создания элементной базы для вторичных источников электропитания: стабилизаторов напряжения и тока, фазопреобразующих и симметрирующих устройств, частотопреобразователей, формирователей импульсов, выпрямителей и инверторов, фильтров частоты и мн.др. При этом важным фактором и критерием расчета цепей с нелинейными элементами является рациональный подбор элементов цепи и их характеристик, который обеспечил бы наиболее высокие технико-экономические показатели. К последним относятся коэффициент полезного действия, минимальная установленная реактивная мощность, устойчивость за данного режима, минимум создаваемых в общей электросети помех, компактность устройства и наименьшая его стоимость при достаточной надежности работы элементов цепи.

Исследования автопараметрических цепей феррорезонансной структуры показывают, что при мощностях от нескольких ватт до 1-2 кВт феррорезонансные устройства могут быть вполне конкурентно способны с полупроводниковыми устройствами аналогичного назначения, благодаря простоте схемы и высокой надежности элементов. Если учесть и универсальность феррорезонансных устройств, т.е. их способность совмещать в себе сразу несколько физических свойств и эффектов (например, стабилизация электромагнитных параметров и частотопреобразующие свойства), то более внимательное и углубленное изучение и исследование феррорезонансных цепей остаются весьма перспективными.

В нашем случае речь идет о так называемых "обратимых преобразователях" частоты, способных работать как в режиме умножения, так и в режиме деления по одной и той же схеме преобразования энергии. Идея

деления частоты ω источника питания в "К" раз на базе умножителя частоты во столько же раз была высказана в работах. А.В.Нетушила, А.М.Бамдаса и А.С.Каримова, а в конце 70-х годов успешно реализована в работах А.С.Каримова и М.Т.Турдиева. Нами были продолжены эти работы в направлении создания новых схем и их практической реализации с целью соединения многофазных генераторов низкой частоты для систем телесигнализации генераторов низкой частоты для систем телесигнализации (ТС) по низковольтным линиям электропередачи (ЛЭП).

Сложность исследования автопараметрических цепей с обратимыми свойствами заключается в том, что физические процессы в них описываются нелинейными дифференциальными уравнениями, решение которых не дает достаточно простых амплитудно-частотных и фазовых соотношений, позволяющих однозначно определить границы и условия существования возникающих в этих цепях автопараметрических колебаний (АПК). Ключевой проблемой в цепях с субгармоническими АПК остается вопрос возбуждения колебаний - мягкого или жесткого. Каждая новая схема преобразования частоты требует нового решения и нового подхода: ранее разработанные методики и критерии оценки свойств цепи не всегда пригодны для качественного и количественного анализа.

В данной работе делается попытка расширения возможностей существующих методов анализа и расчета феррорезонансных цепей с целью качественного анализа многофазных (многоконтурных) цепей и создания на их основе новых типов генераторов низкой частоты для цепей телесигнализации по ЛЭП 6-10 кВ. Теоретические исследования подтверждены экспериментами и полевыми испытаниями действующих у тройств в энергосистеме БухПЭС.

ЦЕЛЮ РАБОТЫ, таким образом, является теоретическое и экспериментальное исследование многоконтурных феррорезонансных цепей при возбуждении в них АПК на частотах $\frac{\omega}{2}$ и $\frac{\omega}{3}$ (ω - частота источника питания) с последующими инженерными расчетами конкретных низкочастотных

генераторов на $16\frac{2}{3}$ и 25 Гц.

Поставленная цель достигается путем решения следующих частных задач:

-проведение теоретических и экспериментальных исследований преобразователя частоты с субгармоническими колебаниями на выходных частотах $16\frac{2}{3}$ Гц и 25 Гц;

-достижение мягкого (безусловного) возбуждения СГК третьего порядка на выходе преобразователя частоты путем подбора параметров и структуры цепи:

-расширение зоны существования СГК, улучшение технико-экономических показателей и оптимизация электромагнитного режима;

-разработка новых принципов согласования системы сигнализации с высоковольтной сетью;

-разработка систем ТС, приспособленной для применения и мелиоративных электрических сетях вертикального дренажа.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В работе использованы как классические методы анализа (например, метод медленно меняющихся амплитуд), так и качественные методы, основанные на схемном анализе многоконтурной феррорезонансной цепи. Выводы о расширении зоны существования ОГК и оптимизации электромагнитного режима основаны на численных методах расчета нелинейных цепей, положенных в основу различных преобразователей частоты.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА и основные положения, выносимые на защиту состоят в следующем:

-проведен анализ многоконтурной феррорезонансной автопараметрической цепи, используемой в качестве делителя частоты;

-доказано, что СГК во многоконтурных цепях цепочечного соединения могут возбуждаться без применения специальных пусковых устройств и цепей

подмагничивания;

-теоретически исследована и [фактически реализована возможность возбуждения и устойчивого существования в широком диапазоне изменения входного напряжения СГК второго и третьего порядков;

-разработан новый способ ввода сигнала в высоковольтную сеть, позволяющий обходиться без трансформатора напряжения;

-разработана система ТС по ЛЭП для мелиоративных электрических сетей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. Показана возможность получения СГК 2-го и 3-го порядков на одной и той же схеме, что существенно расширяет информационную емкость систем ТС по ЛЭП для мелиоративных сетей. Рассчитана и успешно реализована новая схема деления частоты, на базе которой создана физическая модель генератора частоты для ТС по ЛЭП.

РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ. На основе выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, разработана теория и методика расчета многоконтурных феррорезонансных цепей цепочечного соединения, в которых процесс получения СГК и 3-го порядков является наиболее рациональным. В результате научных исследований был создан делитель частоты на базе многоконтурной феррорезонансной цепи цепочечного соединения, прошедший лабораторные и полевые испытания в системе ТС по ЛЭП для РРС и мелиоративных сетях 6,10,35 кВ в качестве генератора нестандартной частоты $16\frac{2}{3}$ Гц и 25 Гц.

Делитель частоты отвечает техническим требованиям, предъявляема производством к подобного рода устройствам. Серия ферромагнитных делителей частоты внедрена на участке подстанции КС-1-Каган РухПЭС, НПТФ-Янги-Курган Навоийского ПЭС и мелиоративных сетей Вертикального дренажа Бухарского региона с экономическим эффектом 50 тыс. сум в год.

Работа выполнена в рамках НИР по проблеме № 001.11 "Разработка, исследование и внедрение устройств систем управления вычислительной,

преобразовательной и информационно-измерительной техники на базе ферромагнитных и полупроводниковых элементов", выполняемой кафедрой "Теоретическая и общая электротехника" ТашГТУ и по тематике НИР кафедры "Общая электротехника" Бухарского технологического института (ГР №1 057 120) - "Разработка систем телесигнализации по ЛЭП на подстанциях без обслуживающего персонала на основе феррорезонансных преобразователей частоты и числа фаз".

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные научные результаты диссертационной работы обсуждались на научно-технических семинарах:

- "Актуальные вопросы в области механики, совершенствование и развитие технологических систем" по комплексной проблеме "Научные основы электроэнергетики" (Бухара, БухТИПиЛП, 1991);

- "Узбекистан республикаси халк хужалиги тармоқларида ресурсларни ва энергияни тежаш муаммолари буйича илмий-амалий конференциясида" (Бух.оо ва ЕСТИ, 1993 й);

- научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных работников (г.Бухара, БухТИПиЛП, 1991 -1994);

- "Теоретическая электротехника" при ТашГТУ им. А.Р.Беруни Ташкент, 1994).

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, получено положительное решение на выдачу патента Республики Узбекистан.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИПСАТАЦИИ. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, содержание которых изложено на 140 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков и 1 таблицу, список использованной литературы, включающий 104 наименования, и приложения.

контурах на основе схемы по рис.1 рассмотрим два принципиально отличающихся друг от друга случая:

1. $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$. Так как сердечники нелинейных катушек колебательных

контуров имеют одинаковые насыщения, то следует предположить, что частота АПК во всех контурах будет одинаковой. Если параметры линейных элементов R.C равны, то амплитудные значения токов АПК в каждом из контуров также будут равны по модули:

$$|I_{ma}| = |I_{mb}| = |I_{mc}| = \dots |I_{mn}|. \quad (1)$$

Если учесть, что

$$i_a + i_b + i_c \dots + i_n = 0 \quad (2)$$

то для фазовых сдвигов между этими токами справедливо значение

$$\varphi = \psi \pm \frac{2\pi}{n} \quad (3)$$

где $n = 2, 3, 4 \dots n$ - число параллельно соединенных феррорезонансных колебательных контуров.

Таким образом, в идентичных параллельно соединенных колебательных контурах возбуждаются колебания, которые, согласно последним двум выражениям, имеют одинаковую частоту и амплитуду с симметричным расположением на фазовой плоскости. При этом перетоки между источником и колебательными контурами отсутствуют, что обеспечивает квазисинусоидальность напряжения СГК. Причем, из всех многообразий качественного состояния цепи в целом, энергетически наиболее выгодными являются те режимы, при которых частота колебаний определяется числом параллельно соединенных нелинейных контуров, а именно:

$$\Omega = \frac{\omega}{n};$$

здесь: Ω - частота возбуждения СГК;

ω - частота приложенного напряжения.

2. $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$. В этом случае неодинаковые нелинейные параметры колебательных контуров приводят к тому, что возбуждение и устойчивое существование колебаний чрезвычайно осложняется при любом соединении феррорезонансных контуров.

Электрическое равновесие многоконтурной цепи на частоте возбужденных колебаний при параллельном соединении будет возможно, тогда, когда:

$$i_a + i_b + i_c \dots + i_n \neq 0.$$

Это означает, что если в первом случае перетоки между источником и колебательными контурами отсутствовали, то теперь имеет место взаимное проникновение токов. В результате происходит резкое искажение формы возбужденных колебаний, т.е. создаются условия для возбуждения колебаний на частоте $\omega_k \neq \omega$. И, если конденсаторы C_a, C_b и т.д. подобраны соответствующим образом, т.е. настроены с L_a, L_b и т.д. на резонансную частоту $\frac{\omega}{n}$ то на выходе цепи может генерироваться ток частоты $\frac{\omega}{n}$ с одновременным образованием n - фазной системы э.д.с. этой же частоты. Напомним, что эта же цепь при обратном включении на однофазном выходе 1-1 может обеспечить умножение частоты в "n" раз.

Несмотря на приведенные достоинства, такая схема деления частоты обладает одним существенным недостатком, а именно, не всегда обеспечивает мягкое возбуждение СГК четного и нечетного порядков, что ограничивает их практическое применение.

При разработке методов анализа тех или иных теоретических положений нужно исходить из возможности их реализации на конкретной схеме и достижения таких стационарных режимов, которые обеспечивают устойчивое возбуждение колебаний в достаточно широком диапазоне.

Нами была исследована базовая схема феррорезонансного делителя частоты (ФДЧ), изображенная на рис.2. Экспериментальные наблюдения таких цепей показали, что СГК в них возбуждается "мягко".

В этой же главе рассмотрены особенности возбуждения СГК четного и нечетного порядков в многоконтурных феррорезонансных цепях и методы анализа феррорезонансных цепей автопараметрической природы применительно к поставленной задаче.

ВТОРАЯ ГЛАВА диссертационной работы посвящена теоретическому анализу многоконтурной феррорезонансной цепи в режиме возбуждения СГК Третьего порядка (рис.2). При этом принимается, что колебательные контуры идентичны, а коэффициент трансформации нелинейного трансформатора $L(i)$ равен единице. При определенных соотношениях линейных и нелинейных параметров в каждом колебательном контуре могут возбуждаться СГК четного и нечетного порядков, которые в свою очередь будут трансформироваться во вторичную цепь трансформаторов А, В,С.

По условиям электрического равновесия система уравнений по законам Кирхгофа для отдельного колебательного контура имеет вид:

$$\frac{1}{c_0} \int i_0 dt + L' \frac{di_0}{dt} + \frac{d\psi}{dt} = u_0, (4)$$

где
$$i_0 = i_g = i_L = i_c = g \frac{d\psi}{dt} + a\psi + b\psi^3 + c \frac{d^2\psi}{dt^2};$$

L' - индуктивность линейной катушки.

Решение дифференциального уравнения (4) принимаем в виде

$$\psi = \psi_1 \sin(\tau + \alpha) + \psi_{1/3} \sin \frac{\tau}{3}, (5)$$

где - ψ_1 - амплитуда потокосцепления основной гармоники;

$\psi_{1/3}$ - амплитуда потокосцепления СГК 3-го порядка.

Подставив предполагаемое решение в исходное дифференциальное уравнение, после ряда математических преобразований на основе метода гармонического баланса имеем (для частоты $\frac{\tau}{3}$):

$$\begin{aligned}
& \frac{g}{c_0} \psi_{1/3} \sin \tau/3 - \frac{3a}{\omega c_0} \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} - \frac{9b}{2\omega c_0} \psi_1^2 \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} + \\
& + \frac{9b}{4\omega c_0} \psi_1 \psi_{1/3}^2 \cos \left(\frac{\tau}{3} + \alpha \right) - \frac{15b}{4\omega c_0} \psi_{1/3}^3 \cos \frac{\tau}{3} + \frac{\omega c}{3c_0} \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} - \\
& - \frac{\omega^2 g L'}{9} \psi_{1/3} \sin \frac{\tau}{3} + \frac{a \omega L'}{3} \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} + \frac{b \omega L'}{2} \psi_1^2 \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} - \\
& - \frac{b \omega L'}{2} \psi_1 \psi_{1/3}^2 \cos \left(\frac{\tau}{3} + \alpha \right) - \frac{3b \omega L'}{4} \psi_1 \psi_{1/3}^2 \cos \left(\frac{\tau}{3} + \alpha \right) + \\
& + \frac{b \omega L'}{4} \psi_{1/3}^3 \cos \frac{\tau}{3} - \frac{\omega^3 L' c}{27} \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} + \frac{\omega}{3} \psi_{1/3} \cos \frac{\tau}{3} = 0,
\end{aligned} \tag{6}$$

где:

$$\sin \alpha = \frac{\left[\frac{g}{c_0} - \frac{\omega^2 g L'}{9} \right]}{\left[\frac{9b}{4\omega c_0} \psi_1 \psi_{1/3} - \frac{b \omega L'}{2} \psi_1 \psi_{1/3} - \frac{3b \omega L'}{4} \psi_1 \psi_{1/3} \right]} \tag{7}$$

$$\cos \alpha = \frac{\left[\frac{3a}{\omega c_0} + \frac{9b}{2\omega c_0} \psi_1^2 + \frac{15b}{4\omega c_0} \psi_{1/3} - \frac{\omega c}{3c_0} - \frac{a \omega L'}{3} - \frac{b \omega L'}{2} \psi_1^2 - \frac{\omega L'}{4} \psi_{1/3}^2 + \frac{\omega^3 L' c}{27} - \frac{\omega}{3} \right]}{\left[\frac{9b}{4\omega c_0} \psi_1 \psi_{1/3} - \frac{b \omega L'}{2} \psi_1 \psi_{1/3} - \frac{3b \omega L'}{4} \psi_1 \psi_{1/3} \right]} \tag{8}$$

и пользуясь соответствующими обозначениями, получим:

$$\frac{Q^2}{T^2} + \frac{S^2}{T^2} = 1 \quad \text{или} \quad Q^2 + S^2 = T^2, \tag{9}$$

$$Q = \left[\frac{g}{c_0} - \frac{\omega^2 g L'}{9} \right];$$

$$\text{где: } S = \left[\left(\frac{9b}{2\omega c_0} - \frac{b \omega L'}{2} \right) \psi_1^2 + \left(\frac{15b}{4\omega c_0} - \frac{b \omega L'}{4} \right) \psi_{1/3}^2 + \left(\frac{3a}{\omega c_0} - \frac{\omega c}{3c_0} - \frac{a \omega L'}{3} + \frac{\omega^3 L' c}{27} - \frac{\omega}{3} \right) \right];$$

$$T = \frac{b}{2} \psi_1 \psi_{1/3} \left[\frac{9}{2\omega c_0} - \omega L' - \frac{3\omega L'}{2} \right].$$

$$\text{обозначим: } \psi_1^2 = x; \quad \psi_{1/3}^2 = y; \quad n = \left(\frac{9b}{2\omega c_0} - \frac{b \omega L'}{2} \right);$$

$$h = \left(\frac{15b}{4\omega c_0} - \frac{b \omega L'}{4} \right) \quad \text{и} \quad P = \left(\frac{3a}{\omega c_0} - \frac{\omega c}{3c_0} - \frac{a \omega L'}{3} + \frac{\omega^3 L' c}{27} - \frac{\omega}{3} \right).$$

Теперь путем несложных математических преобразований получим:

$$n^2x^2 + h^2y^2 + [2nh - k^2]xy + 2nFx + 2hFy + F^2 - Q^2 = 0, \quad (10)$$

что является уравнением эллипса в координатах X, Y (рис.3). СГК могут существовать только для эллипса, который находится в первом квадранте.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ рассматриваются вопросы устойчивости автопараметрических колебаний (АПК.) на частоте третьей субгармоники. Уравнения динамического равновесия исследуемой цепи можно привести к уравнению Дуффинга в нормированном виде. При этом устойчивость всей системы рассматривается как совокупность устойчивости отдельных колебательных контуров (рис.2):.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\delta \frac{dx}{dt} + x + \lambda x^3 = K \sin(3\omega t + \beta); \quad (11)$$

где: $2\delta = \frac{1}{\omega_0 RC}; X = \frac{a\psi}{I_0}; K = \frac{I_m}{I_{m0}}; \lambda = \frac{b}{a^3} I_{m0}^2; \omega_0 = \sqrt{\frac{a}{c}}$

$$\psi = \psi_{m3} \sin(3\tau_3 + \alpha) + \psi_{m1} \sin(\tau + \alpha_1); \tau = \omega t.$$

В качестве решения уравнения (11) можно принять, При малых возмущениях, полную подстановку Ван-Дер-Поля:

$$\psi(t) = A(t) \sin 3\omega t + B(t) \cos 3\omega t + D(t) \sin \omega t + F(t) \cos \omega t, \quad (12)$$

где: A(t), B(t) - соответственно синусоидальная и косинусоидальная составляющие основной гармоника, медленно меняющиеся во времени;

D(t), F(t) - соответственно синусоидальная и косинусоидальная составляющие СГК третьего порядка, медленно меняющиеся во времени.

Подставив решение в уравнения (11) и введя обозначения $x = \psi_1^2$ и $y = \psi_{1/3}^2$, получим:

$$4X^2 + 3Y^2 + 6XY - 4\beta(X + Y)4(\alpha^2 + \beta^2) = 0 \quad (13)$$

Это уравнение построено по методу гармонического баланса и является кривой второго порядка: в нашем случае это гипербола.

На рис.4 представлено семейство кривых - гипербол, построенных в относительных величинах для одной и той же нелинейной катушки индуктивности (λ -const) при различных значениях емкости цепи C (α - var). Поверхность каждой гиперболы (заштрихованная часть) соответствует неустойчивому состоянию равновесия цепи по третьей субгармонике, т.е. зоне возбуждения АПК на этой гармонике. Внешняя же часть гиперболы определяет границу устойчивого равновесия.

В этой же главе определены критические значения емкости, обеспечивающие возбуждение субгармоники:

$$C_{кр} \geq \frac{36a}{\omega^2},$$

т.е. емкостная проводимость в цепи должна быть больше индуктивной.

Приведены данные экспериментальных исследований динамических режимов при подмагничивании всех трех трансформаторов в одинаковой степени и получены кривые, характеризующие возбуждение СГК при изменении приложенного напряжения.

При плавном увеличении входного напряжения возникает неустойчивый автоколебательный режим, осциллограмма которого представлена на рис.5а. Дальнейшее увеличение напряжения на входе феррорезонансной цепи приводит к скачкообразному увеличению тока и установлению устойчивого режима генерирования СГК второго порядка. Увеличение напряжения приводит к возбуждению СГК третьего порядка (рис.5б).

Время переходного процесса можно условно разделить на четыре периода (рис.5с):

1. Возникновение автомодуляционных колебаний;
2. Переход автомодуляционных колебаний в СГК 2-го порядка;
3. Время перехода СГК 2-го порядка в СГК 3-го порядка;
4. Установление СГК 3-го порядка.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

а) изменение амплитуды приложенного напряжения увеличивает вероятность возбуждения СГК четного и нечетного порядков;

б) уменьшение активного сопротивления в пределах зоны существования СГК уменьшает время переходного процесса;

в) для данного нелинейного элемента $L(I)$ существуют некоторые значения емкости C , при которых вероятность возбуждения СГК 2-го и 3-го порядка увеличивается, а время переходного процесса уменьшается. Форма выходного напряжения приближается к синусоиде.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА посвящена вопросам инженерного применения феррорезонансных делителей частоты (ФДЧ) для создания систем ТС по ЛЭП с целью контроля трансформаторных подстанций 35/10 кВ и 10/0,4 кВ, а также мелиоративных электрических сетей, контроля двигателей в скважинах вертикального дренажа.

Разработан двухчастотный многоконтурный ФДЧ, на основе которого решены вопросы ввода сигнала в высоковольтную сеть и согласования параметров преобразователя с сетью.

Предложено три метода ввода сигнала в высоковольтную сеть:

1) по каналам нулевой последовательности (КНП) с использованием трансформатора напряжения (ТН);

2) через нейтрал трансформатора;

3) по цепи "фаза-фаза" и со стороны низкого напряжения без трансформатора.

Каждый из этих методов может быть применен по результатам исследований конкретной сети и их анализа. Если на подстанции уже имеется ТН, который позволяет использовать дополнительный трансформатор, то желательно использовать КНП.

Полевые испытания и эксперименты по передаче и приему сигналов по ЛЭП Ю кВ мелиоративных сетей Каганского района Бухарской области (рис.7). ЛЭП 35 кВ были проведены на участке Янги-Курган-НПТФ Навоиинского ПЭС (рис.6) и по ЛЭП 10 кВ мелиоративных сетей Каганского района Бухарской области (рис.7).

Ввод сигнала передаваемой информации с корреспондентского, пункта

(КП), т.е. от ФДЧ, осуществляется путем подключения блока выработки команд (БВК) через блок согласующих конденсаторов С величиной 76 мкФ к ТН типа ЗНОМ-35, включенного в нейтраль силового трансформатора на высокой стороне. Напряжение сигнала на выходе передающего устройства составляло $U_{ny}=110В$. Сигнал передавался на диспетчерский пункт (ДП) подстанции Янги Курган по ЛЭП сечением АС-96 длиной 15,3 км. Прием сигнала осуществлялся на вторичных обмотках, соединении! В разомкнутый треугольник трех ТН типа НОМ 35.

Напряжение полученного сигнала на ДП составляло $U_c=150mВ$.

Эксперименты показали достаточно высокую работоспособность, в том числе и при повышенной температуре окружающей среды (до 70 С°).

В этой же главе приводится, инженерная методика расчета ФДЧ с улучшенными технико-экономическими показателями.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Впервые решена задача "мягкого" возбуждения автопараметрических субгармонических колебаний в одной и той же ферромагнитной цепи на частотах $\frac{\omega}{2}$ и $\frac{\omega}{3}$.

2. Выполнен теоретический анализ новой схемы феррорезонансной цепи последовательно-параллельного соединения, позволяющей получить деление частоты в "n" раз в инверсном режиме с одновременным умножением числа фаз в "n" раз.

3. Исследована и экспериментально проверена возможность создания и использования ферромагнитных делителей частоты (ФДЧ) на базе предложенных нами цепей как генераторов сигналов нестандартной частоты для систем ТС по ЛЭП 6-10 кВ.

Показано, что созданная нами система ТС для распределительных сетей напряжением 6-10 кВ, как Средства информационного обеспечения диспетчерских пунктов районно-распределительных сетей, удовлетворяет техническим условиям их применения, как в сельских сетях, так и в сетях мелиоративных комплексов.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Турдыев М.Т., Худайкулов З.Р., Ибрагимов Н.Р., Шайматов Б.Х. Квазиконсервативный режим автоколебаний в n-контурных ферромагнитных преобразователях. //Тез. докл. Всесоюзная науч.- тех.конф.. Проблемы преобразовательной техники. Киев. Инс-т электродинамики АН УССР. 1991 .- Ч.-2.-98-100.

2. Турдыев М.Т., Камолов У.У., Шайматов Б.Х. Схемный анализ многоконтурных феррорезонансных цепей.//Сборник научных трудов. Актуальные вопросы в области механики, совершенствование и развитие технологических систем. Ташкент. ТашПИ. 1991. с.56-64.

3. Шайматов Б.Х. Оптимизация процесса преобразования параметров электроэнергии в феррорезонансных цепях. //Илмий маколалар туплами. Узбекистон Республикаси халк-хужалиги тармоклариди ресурсларни ва энергияни тежаш муаммолари буйича илмий-амалий конференцияси. Бухоро.- 1994.

4.Турдыев М.Т., Ибрагимов Н.Р., Шайматов Б.Х. Оптимизация феррорезонансных преобразователей, используемых в средствах передачи информации. //Илмий-амалий анжуманнинг маъруза тезислари. Узбекистон Республикаси шароитида бозор муносабатлари шаклланишининг минтакавий муаммолари. 1- кисм. Бухоро. -1994.

5. Турдыев М.Т., Бурханходжаов А.М., Ибрагимов Н.Р., Шайматов Б.Х. Феррорезонансный преобразователь частоты. Положительное решение по заявке на изобретение. N 1НДР 9400649.1. от 26.07.94.

"Қайтувчан частота ўзгартиргичларга асосланган автопараметрик частота бўлаклагичларни тадқиқот қилиш ва амалга ошириш "

Б.Х. Шойматовнинг диссертация иши авторефератининг аннотацияси.

Диссертация ишида кўпконтурли занжирлардан паст частотани ҳосил қилишнинг сифатини таҳлил қилиб чиқилди. Бунда аналитик усулдан мукаммал фойдаланилди. Частотани ўзгартиргичларда энергетик боғланиш афзалликларини автопараметрик тўлқинларнинг барқарорлиги юзасидан таҳлил қилинган. Айниқса кетма-кет ва параллел (занжирий) боғланган 3-контурли занжирда икки хил частотани "юмшоқ", яъни кўшимча энергиясиз кўзғотиш бўйича янги назарий тушунчалар баён қилинган. Ушбу занжирда субгармоник частота $16\frac{2}{3}$ Гц, 25 Гц ларни, ҳосил қилишдаги физикавий жараёнлар аналитик ва графикавий усулда кўрсатилган.

Ушбу частотани ўзгартиргич қурилмаси юқори кучланишли узатиш электр линиялари орқали телесигналларни юбориш учун сигнални киритиш турлари баён этилган ва бу қурилма ёрдамида юқори кучланишли подстанцияларни, суғориш насос станциялардаги электр юритгичларни назорат қилиш электрик схемаси ҳақида тушунча берилган.

ANNOTATION

of the thesis of dissertation

B.SHAYMATOV on the theme

"Investigation and usage of autparametric frequency divisors
based on reversefrequency transformers".

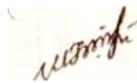
Analyses of receiving of a low frequency from multicontour circuits is made in this work. For all this analitical method is used effektivly. The advantages of energetic relationship of frequency in transformers are analysed by force of autparametric waves' stability.

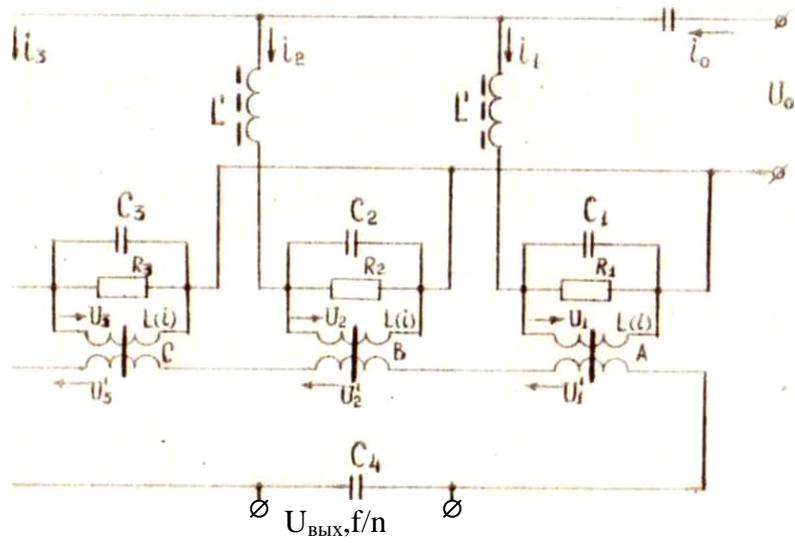
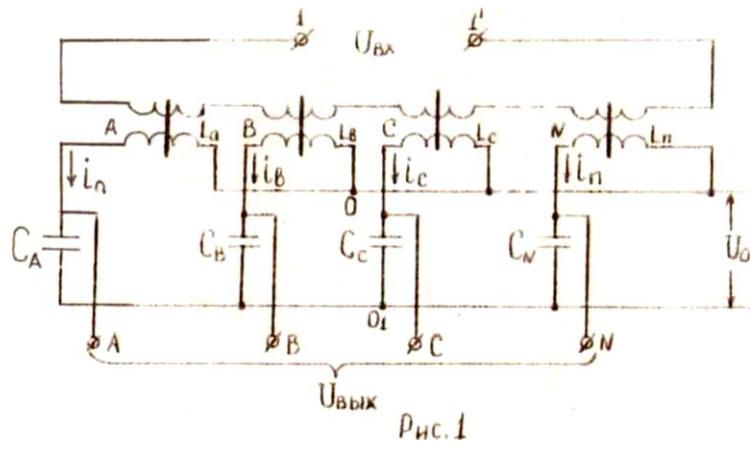
Especially a new theoretical conception of a "soft" forming of two different frequencies (in other word Without additional energy) in series and parallel connected three mesh circuits te stated.

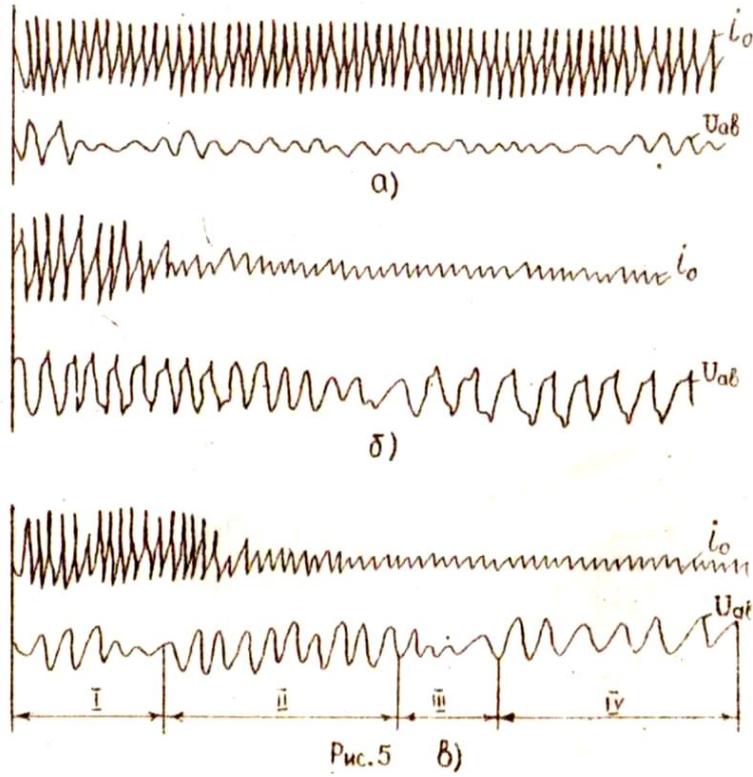
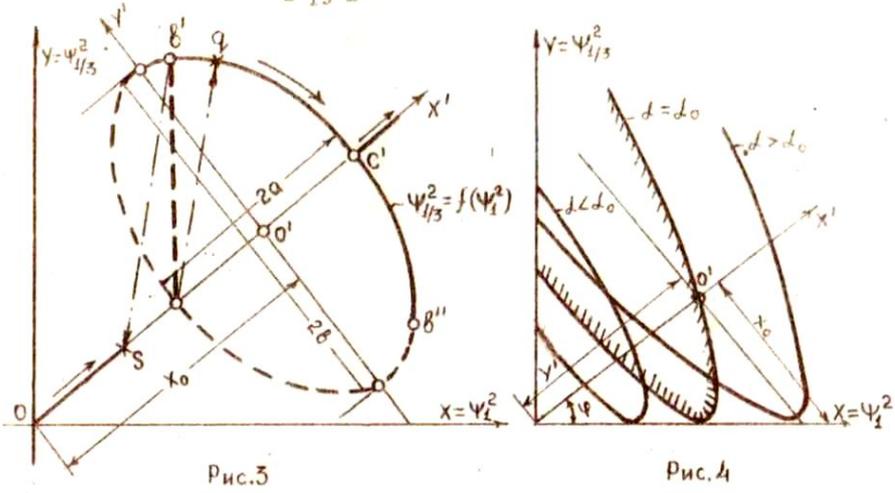
Physical prosesses of forming subharmonical frequency of $16\frac{2}{3}$ Hr, 25 Hr is showed by analitical and graphical methods in this circuit.

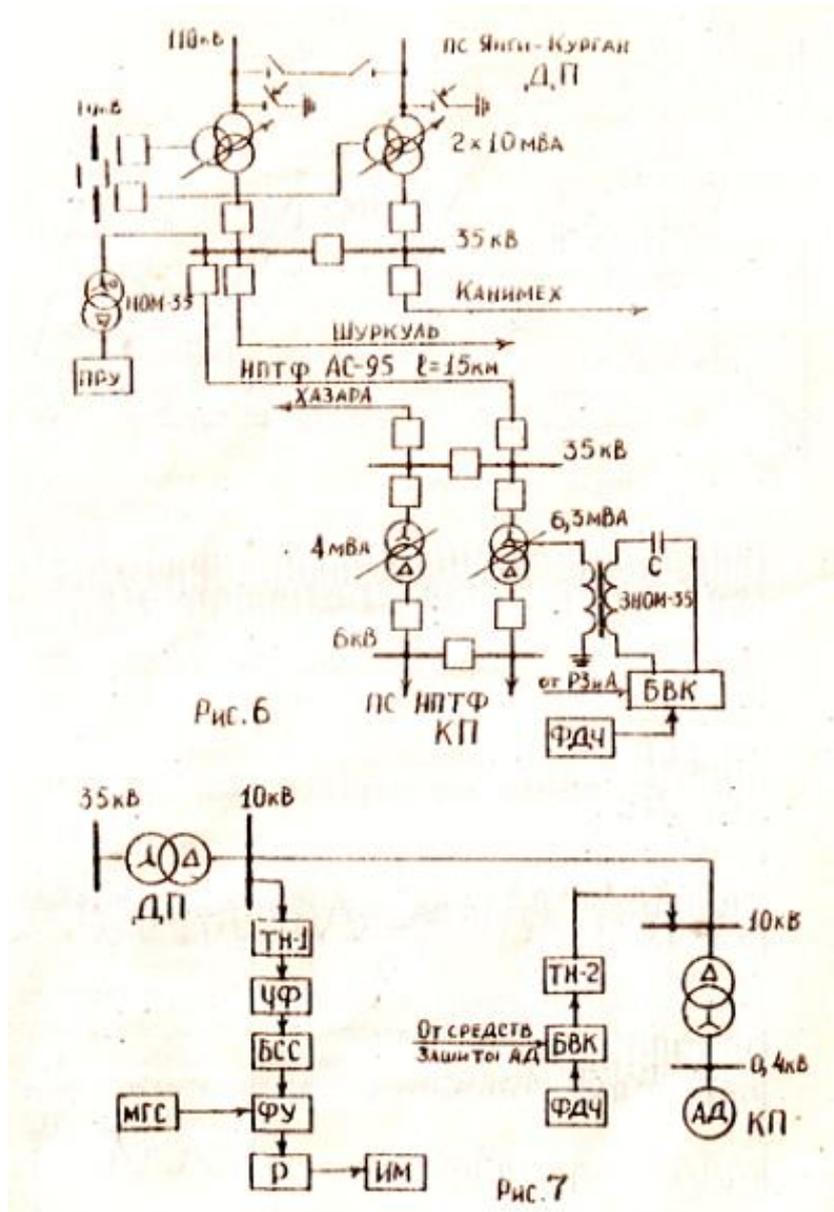
This device of frequency divisor is aimed to transform telesignal through the high power electrical lines and methods at puttind the signals are suggested.

Besides the conception of electrical soheme of Pump'slations, substations of high power with the help of this device is given in this work.









Подписано в печать 11.X.1995 г. , формат 60x84 1/15, оперативная печать, бумага №1
 усл. П.л.1,5 уч.изд.д.тираж.60, заказ № 846
 Отпечатано в типографии ТашГТУ, Ташкент, Вузгородок, ул.галабалар , 54

