

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Величкин А.И.* Передача аналоговых сообщений по цифровым каналам. М.: Радио и связь, 1983. 240 с.

УДК 621.37(075.8)

**П.А. Землянухин, Д.А. Петров, К.Е. Румянцев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ СВОЙСТВ ЕМКОСТНОГО УЗЛА СВЯЗИ  
НА ОСНОВЕ БЛОКА КОНДЕНСАТОРОВ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ  
ОБКЛАДКАМИ ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

Целью работы является исследование частотных свойств крупногабаритных конденсаторов с вращающимися обкладками для организации многоканальной системы связи между вращающимися узлами механизма.

Среди систем связи выделяются многоканальные системы, в которых передача информации осуществляется в ограниченном объеме между двумя узлами единого механизма, причём один узел может вращаться на  $360^\circ$  и более относительно другого.

Необходимость в этом может возникнуть в следующих случаях:

- передача данных от датчиков в головной части бура к блоку обработки информации;
- передача данных о состоянии вращающейся части центрифуги;
- передача гидроакустической информации от антенной части к блоку обработки.

Для информационного обмена между вращающимися объектами в ограниченном объеме можно использовать акустические колебания, оптическое излучение, радиоволны. Многоканальная система передачи информации с использованием оптического излучения, подвержена влиянию загрязнений, возможному разрушению конструктивных элементов. Акустический канал имеет сильное затухание сигнала на высоких частотах и подвержен влиянию внешних шумов. Радиоканал предполагает значительное число элементов в тракте передачи данных и, соответственно, не позволяет реализовать систему передачи в случае большого числа каналов и малого объема для размещения аппаратуры.

Отмеченные недостатки отсутствуют в многоканальной системе связи, в которой предполагается использование емкостного узла на основе специального крупногабаритного конденсатора с вращающимися обкладками, расположенного между источником и приёмником информации.

В работе исследованы частотные свойства емкостного узла на основе блока конденсаторов с вращающимися обкладками.

Для организации многоканальной передачи должен использоваться уже блок конденсаторов, для этого изолятор с двух сторон металлизирован, причём верхний слой металла из пластины изолятора является нижней обкладкой верхнего  $i$ -го конденсатора, а нижний слой – верхней обкладкой  $i+1$ -го конденсатора.

Однако такая конструкция блока конденсаторов, приводит к появлению паразитной емкостной связи между нижней обкладкой  $i$ -го конденсатора и верхней обкладкой  $i+1$ -го конденсатора в блоке.

Рассмотрим конденсатор, конструктивно представляющий два плоских кольца с наружным диаметром  $D_1$  и внутренним диаметром  $D_2$  (рис.1). Кольца выполнены из диэлектрического материала, толщиной  $d_{из}$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_1$ . На поверхности колец, обращённых друг к другу, нанесен слой металла. Расстояние между кольцами равно  $d_d$ , заполнено диэлектриком, не препятствующим вращению колец друг относительно друга. Диэлектрическая проницаемость этого материала равна  $\epsilon_2$ .

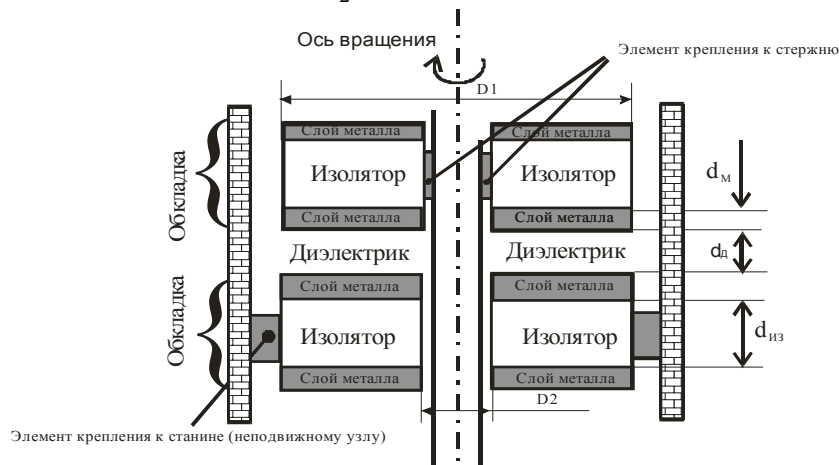


Рис.1. Поперечное сечение блока конденсаторов с вращающимися обкладками.

В этом случае ёмкость рабочего конденсатора равна:

$$C_{\text{раб}} = \epsilon_2 \epsilon_0 \frac{S_{\text{мет}}}{d_A}, \tag{1}$$

где  $S_{\text{мет}} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2)$  - площадь металлизированной поверхности кольца,

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м — диэлектрическая постоянная.

Если к верхней обкладке конденсатора (металлизированному слою) подвести сигнал от передающей части системы, то с нижней обкладки может быть снят сигнал на приёмную часть. Аналогично можно организовать передачу в противоположном направлении, подключая передатчик к нижней обкладке и снимая сигнал для приёмной части с верхней обкладки.

Паразитная ёмкость между обкладками двух соседних конденсаторов будет равна:

$$C_i = \epsilon_1 \epsilon_0 \frac{S_{\text{мет}}}{d_{\text{EC}}}$$

Для исследования частотных свойств конденсатора с вращающимися обкладками целесообразно первоначально разработать модель блока конденсаторов с вращающимися обкладками (рис.2). В соответствии с имеющейся конструкцией одного конденсатора приведённой на рис.1 получим модель блока конденсаторов с вращающимися обкладками, приведённую на рис.2

Пусть к первой обкладке каждого конденсатора подключен источник сигналов  $e_i$ , а ко второй обкладке – приемник сигналов с входным сопротивлением  $R_{\text{пр}i}$  и ёмкостью  $C_{\text{пр}i}$ .

Таким образом модель блока конденсаторов с вращающимися обкладками включает:

- источники сигналов на входах емкостного узла  $e_i$  с внутренними сопротивлениями  $R_{\text{ист}i}$ ,  $i = \overline{1, N_k}$ ;
- рабочую  $C_{\text{р}i}$  и паразитную  $C_{\text{п}i}$  емкости конденсатора связи в  $i$ -м канале  $i = \overline{1, N_k}$ ;
- паразитную емкость  $C_{\text{пр}i}$  приемника в  $i$ -м канале  $i = \overline{1, N_k}$ ;
- входное сопротивление  $R_{\text{пр}i}$  приемника в  $i$ -м канале  $i = \overline{1, N_k}$ .

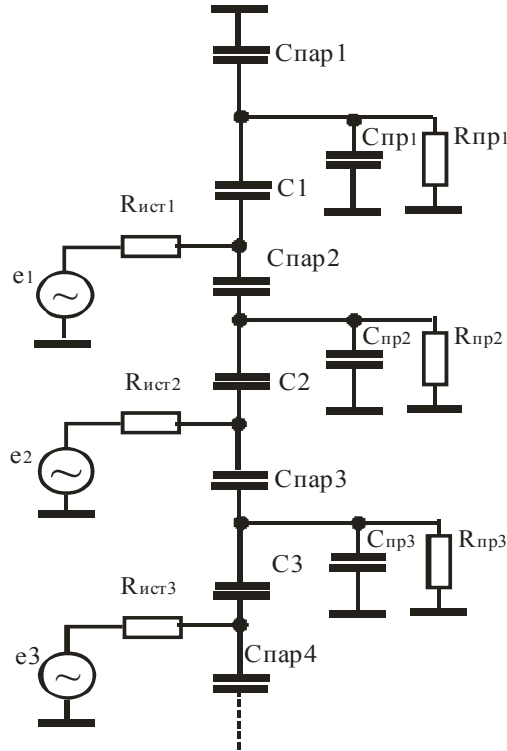


Рис. 2. Модель многоканальной системы емкостной связи

Из предложенной модели емкостного узла многоканальной системы связи выделим один канал связи (рис. 3) и проведём его исследование.

При этом зададимся конкретными параметрами конденсатора  $D_1 = 100 \text{ мм}, D_2 = 40 \text{ мм}, d_1 = 500 \text{ мкм}, d_2 = 500 \text{ мкм}, \epsilon_1 = 6$  (стеклотекстолит),  $\epsilon_2 = 1$  (воздух)

Подставляя данные в (1) и (2) найдём величины рабочей  $C_2 = 120$  пФ, и паразитных ёмкостей конденсаторов  $C_1 = C_3 = 1000$  пФ. Ёмкость приемника выбрана равной  $C_4 = 5$  пФ [1], что соответствует паразитным ёмкостям элементов электрической цепи (например, выводов ИМС, транзисторов и соединительных проводов). Входное сопротивление приемника выбрано  $R_2 = 1$  МОм, что соответствует использованию полевых транзисторов в приёмниках и позволяет снизить влияние шумов [2]. Внутреннее сопротивление источника сигналов  $e_1$  канала принято равным  $R_1 = 50$  Ом.

Отметим, что на рис.3 приведена упрощенная модель одного канала ёмкостного узла. Паразитные ёмкости  $C_1$  и  $C_3$  приняты в модели равными паразитным ёмкостям блока конденсаторов.

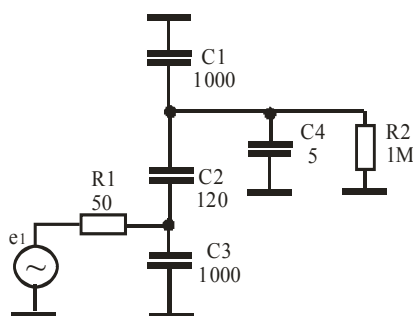


Рис. 3. Эквивалентная схема ёмкостного узла для одного канала

В соответствии с моделью, представленной на рис.3, исследуем АЧХ и ФЧХ модели ёмкостного узла. На вход подадим синусоидальные колебания с амплитудой в 1 В.

На рис. 4 приведены АЧХ (верхний график) и ФЧХ (нижний график) предложенной модели ёмкостного узла. Частота по оси абсцисс отложена в логарифмическом масштабе. Коэффициент передачи по оси ординат на верхнем графике показан в дБ. Фаза по оси ординат на нижнем графике измеряется в градусах.

Из верхнего графика видно, что в диапазоне частот от 100 Гц до 20 МГц неравномерность АЧХ канала ёмкостной связи не превышает 3 дБ. АЧХ и ФЧХ цепи ёмкостной связи в диапазоне частот от 137 Гц до 3 МГц, имеют вид, близкий к линейному. Время запаздывания спектральных составляющих в полосе пропускания практически неизменно (нижний график на рис. 4). Коэффициент передачи напряжения приблизительно равен -10,5 дБм. Это позволяет утверждать, что ёмкостной узел на основе конденсаторов с вращающимися обкладками вполне может быть использован для непосредственной передачи как непрерывных, так и дискретных сигналов, за исключением постоянного тока.

При желании увеличить коэффициент передачи напряжения через цепь ёмкостной связи. Необходимо увеличить рабочую ёмкость конденсатора. Этого можно достичь при параллельном включении нескольких вращающихся конденсаторов.

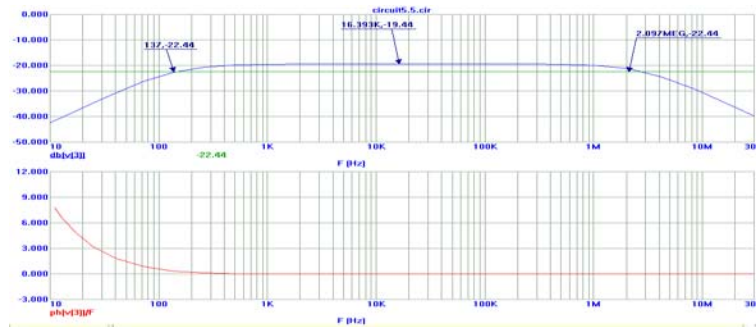


Рис. 4 АЧХ (верхний график) и время запаздывания сигнала (нижний график) в цепи емкостного узла канала

Из рис. 5 видно, что при увеличении рабочей ёмкости с 120 до 500 пФ происходит увеличение коэффициента передачи с -21 до -11 дБм.

Рассмотрим возможность передачи широкополосных сигналов (например, телевизионного сигнала) посредством емкостного узла.

Исходный анализ канала связи говорит о том, что для передачи телевизионного сигнала необходимо расширять полосу пропускания емкостного узла.

Этого можно добиться путем снижения паразитной емкости пластин связи вращающихся конденсаторов.

Допустим, что толщина изоляционного материала пластины увеличена в пять раз. Согласно (2) это приведет к снижению паразитной емкости в пять раз.

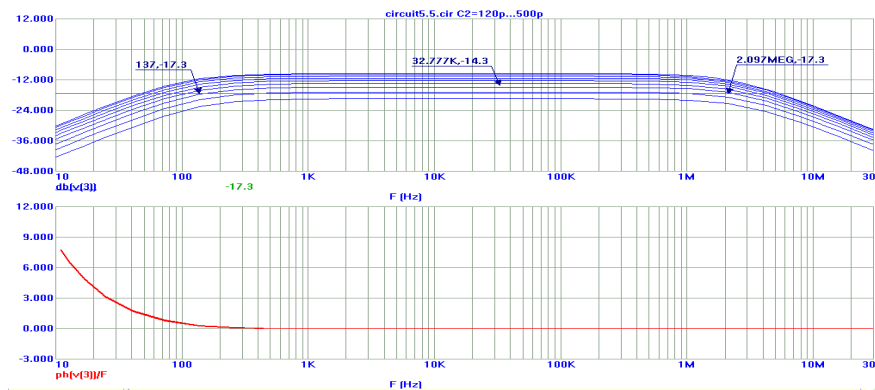


Рис. 5. АЧХ (верхний график) и время запаздывания (нижний график) цепи емкостной связи при параллельном соединении двух крупногабаритных конденсаторов

Для этого случая на рис. 6 приведены АЧХ (верхний график) и время запаздывания (нижний график) цепи емкостной связи. Из рис. 5 видно, что уменьшение в пять раз паразитной емкости в емкостном узле увеличивает коэффициент передачи напряжения до -4.7 дБ. При этом верхняя граничная частота цепи емкостной связи увеличивается до 30 МГц. Увеличив толщину изоляционного материала пластин вращающихся конденсаторов в 10 раз, можно снизить паразитные емкости в блоке конденсаторов до 90 пФ, при сохранении емкости связи в 120 пФ. Согласно рис. 7, это приведёт к увеличению верхней граничной частоты до 60 МГц и, соот-

ветственно, к росту коэффициент передачи напряжения цепи емкостной связи до величины  $-3$  дБ

Однако при снижении паразитной ёмкости до  $90$  пФ полоса пропускания канала емкостной связи по уровню  $-3$  дБ была ограничена частотами  $700$  Гц и  $21$  МГц, что не позволяет осуществить передачу телевизионного сигнала через емкостной узел. Это происходит из-за того, что нижняя частота полосы телевизионного сигнала равна  $50$  Гц, а канал емкостной связи с полосой достаточной для передачи телевизионного сигнала, обеспечивает полосу пропускания с нижней частотой равной  $700$  Гц.

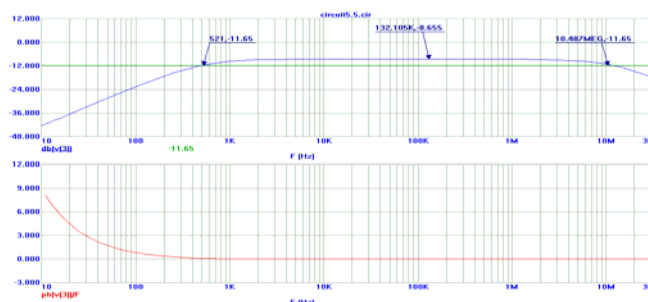


Рис. 6. АЧХ (верхний график) и время запаздывания (нижний график) емкостного узла при уменьшении в пять раз паразитной емкости в блоке крупногабаритных конденсаторов с вращающимися обкладками

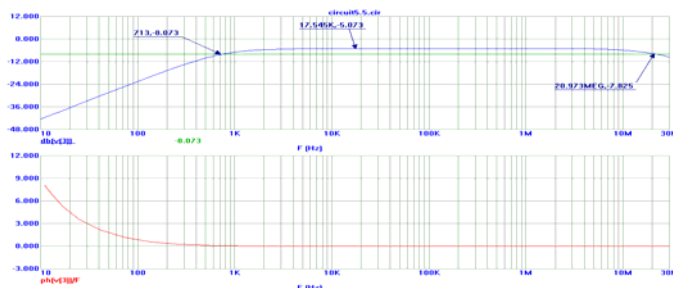


Рис. 7. АЧХ (верхний график) и время запаздывания (нижний график) канала емкостной связи при уменьшении паразитной емкости до  $90$  пФ

С целью дальнейшего увеличения полосы пропускания канала емкостной связи, возможно, пропорционально уменьшить величину рабочей ёмкости связи и паразитную ёмкость вращающихся конденсаторов посредством уменьшения площади обкладок конденсатора. Это также позволяет увеличить верхнюю частоту среза цепи емкостной связи. Для примера, эти емкости были уменьшены в  $10$  раз: рабочая ёмкость равнялась  $12$  пФ, а паразитная ёмкость –  $9$  пФ. В этом случае верхняя частота среза канала связи увеличилась до  $220$  МГц, а нижняя граничная частота увеличилась примерно в  $10$  раз по сравнению со случаем на рис.7, и составила  $6$  кГц. Коэффициент передачи емкостного узла в этом случае равен  $-6.7$  дБ (рис. 8.)

Для исследования возможности применения емкостного канала связи для передачи импульсных сигналов необходимо знать переходные свойства цепи емкостной связи. Для их определения воспользуемся моделью цепи емкостной связи канала, представленной на рис.2.

Вершина импульса, передаваемого в канале связи, может быть достаточно протяженной (передается некоторое множество двоичных импульсов, в которой уровни логического «0» или логической «1» могут быть расположены последовательно, без каких-либо ограничений на характер их следования). Это может привести к заметному спаду вершины выходного импульса и соответственно к потере информации. Для анализа этого, на вход цепи емкостной связи подадим последовательность импульсов с амплитудой 5 В и длительностью, равной 60 мкс.

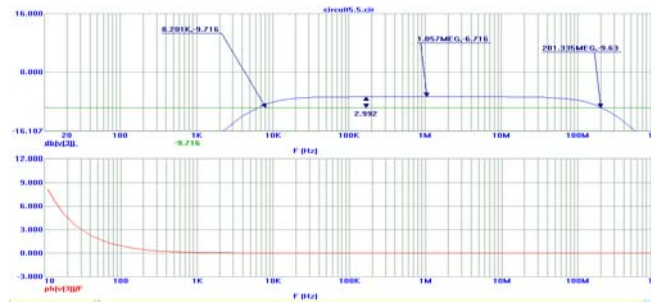


Рис. 8. АЧХ (верхний график) и время запаздывания (нижний график) цепи емкостной связи при емкости связи крупногабаритного конденсатора 12 нФ и паразитной емкости в блоке конденсаторов 9 нФ

На рис. 9 приведены входная (верхний график) и выходная (нижний график) последовательности импульсов цепи емкостной связи. Напряжение по оси ординат на верхнем графике измеряется в вольтах, а на нижнем графике в милливольтках

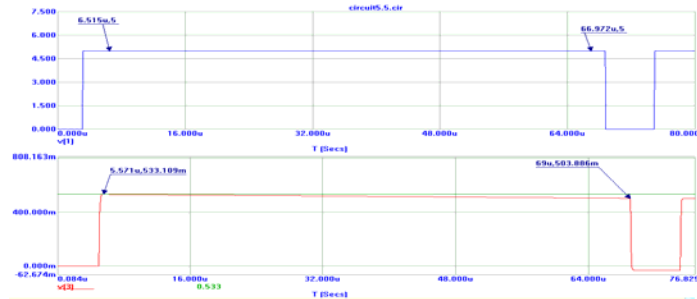


Рис. 9. Моделирование прохождения последовательности импульсов через цепь емкостной связи

Из эюр на рис. 9 видно, что предлагаемый вариант построения канала емкостной связи вполне может быть использован для передачи цифровых, релейных и синхронизирующих сигналов, используемых в технических устройствах.

Видно, что за счет переходных процессов в цепи емкостной связи вершины выходного импульса спадают незначительно.

В том случае, когда величина спада вершины импульса является недопустимой, можно передавать не видеоимпульсы, а радиоимпульсы как показано на рис. 10, что позволит передать сигнал практически без искажений.

С целью снижения спада плоской вершины импульса (расширения полосы пропускания канала емкостной связи) можно параллельно включить несколько крупногабаритных конденсаторов с вращающимися обкладками.

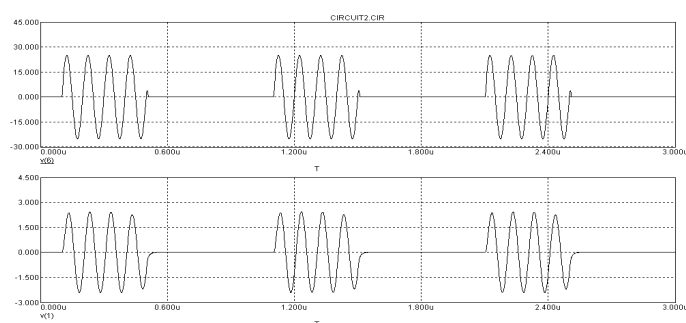


Рис. 10. Радиопульсы на входе (верхняя эюра) и выходе (нижняя эюра) цепи емкостной связи

Таким образом, используя крупногабаритные конденсаторы с вращающимися обкладками можно осуществить многоканальную передачу информации между подвижными объектами.

С помощью предложенной модели блока крупногабаритных конденсаторов доказано, что варьируя конструкцию блока конденсаторов, можно осуществить передачу широкой номенклатуры сигналов, исключая постоянный ток, используемых в технических устройствах.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордиенко В.Н., Творецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. -М.: Горячая линия – Телеком, 2005. -416 с.
2. Многоканальные системы передачи /Под. ред. Н.Н. Бажовой и В.Н. Гордиенко – М.: Радио и связь, 1997.- 560 с.

УДК 681.518

**В.А. Литвиненко, С.А. Ховансков**

#### **РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СЕТИ**

При решении задач, требующих обработки большого объема данных, возникает проблема получения решения за приемлемое время. Одним из путей выполнения ограничения на временной ресурс - разделение всего объема вычислений между несколькими центрами обработки данных [1]. Обычно в качестве центров обработки стараются использовать работающие совместно персональные компьютеры.

При организации совместной работы компьютеров неизбежна проблема разделения задачи на вычислительные блоки между центрами обработки. Традиционно она решается созданием управляющей программы. Управляющая программа закрепляет между компьютерами вычислительные блоки задачи, организывает их совместную работу, следит за работоспособностью компьютеров, обеспечивает сбор обработанных данных [2].

Такой подход накладывает жесткие ограничения на круг выполняемых задач из-за невозможности быстрой перенастройки компьютеров в случае необходимо-