

*ПЕРЕДАЧА И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ  
В МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ*

**В.И. КЛЮЧКО, Н.В. КУШНИР, Н.Ю. ПАВЛОВА, А.С.ГРИВА**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: kushnir.06@mail.ru*

Информация для человека играет немаловажную роль, поэтому основной из задач человечества является обработка и упорядочивание данной информации. Разговор есть неотъемлемая часть функций телефонов, которая также работает с помощью передачи сигналов. Фундаментальная схема двухпроводной разговорной цепи является ярким примером выше сказанного. Это прямое прохождение сигналов микрофона в телефонный капсюль своего же аппарата за счет трансформации микрофонных токов через разделительные трансформаторы во вторичные обмотки. Так как большинство современных телефонов являются сенсорными, рассмотрение способов передачи сигналов к сенсорной панели является уместным. Системная плата является значимой деталью телефона, именно здесь происходит связь всех компонентов и передача сигналов на вывод. Для примера мы рассмотрим системную плату популярного смартфона.

**Ключевые слова:** смартфоны, спикерфон, противоместные схемы, системная или материнская плата.

**Актуальность исследования:** совершенствуются старые модели телефонов, появляются новые. Меняются компоненты и способы их взаимодействия т.е. сигналы.

**Проблемы исследования:** Огромное разнообразие моделей современных телефонов их комплектация, способы передачи и обработки сигналов

В 80-х – 90-х годах весьма активное развитие получила мобильная телефония. В последнее время услуги мобильной связи стали применяться и для передачи цифровых данных. Мобильные телекоммуникации использует диапазоны в интервале 50 МГц – 1.8 ГГц.

Люди очень много времени проводят не с семьёй, не с друзьями, не на работе, а за телефоном. Даже когда пользователь спит, телефон работает, может даже скачивает какую-то информацию для последующего использования.

Но, всё же, главной и, безусловно, самой нужной является функция общения. Телефон помогает преодолевать огромные расстояния, но не может заменить живого общения.

С помощью телефона можно на огромном расстоянии слышать и даже видеть родные голоса и лица. Если вы находитесь в разъездах и редко видите с любимыми, телефон поможет вам не забыть, не впасть в уныние и, самое главное, слышать дорогие вам голоса. С помощью телефона можно запечатлеть красивейшие места, важные события, выступления любимой группы или актёра. Телефон важен в повседневной жизни.

Современные мобильные телефоны условно разделяют на две категории. Это обычные телефоны (стационарные, кнопочные сотовые) и смартфоны. Смартфоны объединяют в себе функции портативного компьютера. Они работают на базе операционной системы, имеют модуль Wi-Fi и полезный GPS-навигатор. Аппаратная «начинка» современных смартфонов состоит обычно из четырех ядер. На смартфон можно установить дополнительные приложения. В то время как функционал обычных сотовых кнопочных телефонов ограничивается скромным набором стандартных опций: интернет, камера, флэш-память, передача СМС. А вот проводной телефон не предназначен для данных дополнений.

Фундаментальная схема двухпроводной разговорной цепи телефона с дуплексной связью имеет существенный недостаток, называемый местным эффектом (Sidetone) (рис. 1). Это прямое прохождение сигналов микрофона в телефонный капсюль своего же аппарата за счет трансформации микрофонных токов через разделительные трансформаторы Т1, Т2 во вторичные обмотки.

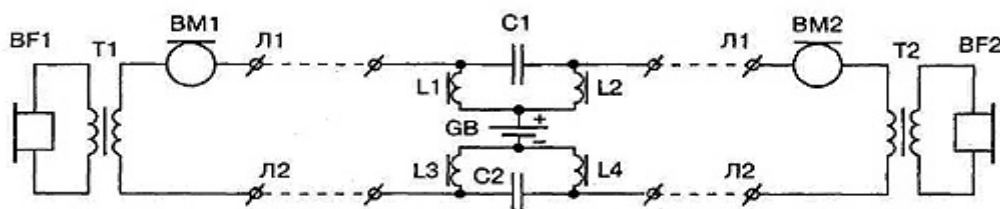


Рисунок 1 - Фундаментальная схема двухпроводной разговорной цепи.

Местный эффект ухудшает работу телефона, в особенности у того абонента, в помещении которого наблюдается повышенный шум. Указанный недостаток невозможно устранить полностью, однако удастся более или менее

успешно компенсировать мешающие сигналы. Применяются две основные схемы разговорных цепей, заметно снижающие местный эффект, — мостовая и компенсационная. Из теории мостовых схем известно, что при определенных условиях ( $R_1R_4 = R_2R_3$  — уравновешенный мост) ЭДС источника  $E_1$ , включенного в одну из диагоналей, не вызывает появления разности потенциалов  $U_2$  — в другой. Ток источника протекает параллельно по сопротивлениям плеч моста и создает на равных сопротивлениях равные падения напряжений, соединенные встречно. Наибольшая отдача моста в нагрузку имеет место при равных сопротивлениях его плеч. В действительности, сопротивление телефонной линии имеет комплексный характер, то есть оно содержит не только активную составляющую, измеряемую омметром, но и реактивную — емкостную составляющую. В целом такое сопротивление называется комплексным и обозначается  $Z$ . Как следует из условия равновесия моста, противоположное плечо также должно содержать емкостную составляющую. Оно обозначается  $Z_e$  — балансное. В мостовой разговорной схеме микрофон  $BM$  и телефон  $BF$  каждого абонента включены в разные диагонали уравновешенного моста с малогабаритным низкочастотным трансформатором  $T$ . Сопротивление  $Z_n$  представляет собой полное сопротивление телефонной линии, включая аппарат второго абонента. Сопротивление  $Z$  — полное (комплексное) сопротивление плеча балансного контура, составленного из резисторов и конденсаторов. Ток микрофона протекает по сопротивлениям плеч моста — обмоткам трансформатора  $I$  и  $II$  — в противоположных направлениях. Поэтому магнитные потоки в сердечнике, создаваемые обмотками  $I$ ,  $II$ , взаимно компенсируются, и в обмотке  $III$  микрофонный ток отсутствует. Противоместное действие компенсационной разговорной схемы, как следует из ее названия, основано на принципе компенсации падений напряжений за счет переменных токов, протекающих по бифилярной обмотке в противоположных направлениях. Назначение обмоток трансформатора:  $I$  — линейная,  $II$  — балансная,  $III$  — телефонная,  $IV$  — компенсационная. Токи, протекающие по бифилярной обмотке  $IV$ , намотанной

в два провода и соединенной последовательно-встречно, практически не создают магнитных потоков в сердечнике трансформатора. Поэтому компенсационная обмотка IV имеет чисто активное сопротивление. В телефонных аппаратах и автоответчиках встречаются и другие варианты трансформаторов и автотрансформаторов — с большим или меньшим числом обмоток. Особое распространение в телефонии получили мостовые противоместные схемы. Однако, любая противоместная схема имеет два основных недостатка. Во-первых, полная компенсация мешающих сигналов возможна только при одном значении параметров линии. Например, в мостовой схеме для соблюдения условия равновесия должна выполняться условие  $R_4 = R_2 R_3 / R_1$ . С помощью элементов моста его можно сбалансировать при данном  $Z_L$ , но если изменить сопротивление линии (например, установить аппарат у другого абонента), необходимо вновь добиваться баланса. Вторым недостатком — потеря половины полезной мощности микрофона в балансной ветви [1]. В электронных телефонных аппаратах может отсутствовать разделительный трансформатор или автотрансформатор. Противоместный контур составляется из активных сопротивлений и конденсаторов. Потери полезных сигналов в резисторах моста легко компенсируются микрофонными и телефонными усилителями на транзисторах или микросхемах. Основным недостатком резистивной мостовой схемы — внесение частотных искажений в проходящий сигнал. Этот недостаток устраняется в специализированных разговорных микросхемах.

Дальнейшим усовершенствованием телефона явилось введение в аппарат функции HANDS FREE («свободные руки»), то есть разговора без снятия трубки. Соответствующее электронное устройство, обеспечивающее нормальную передачу и громкоговорящий прием, носит название спикерфона. Ниже приведена упрощенная разговорная схема современного ТА с усилителями приема и передачи (рис. 2).

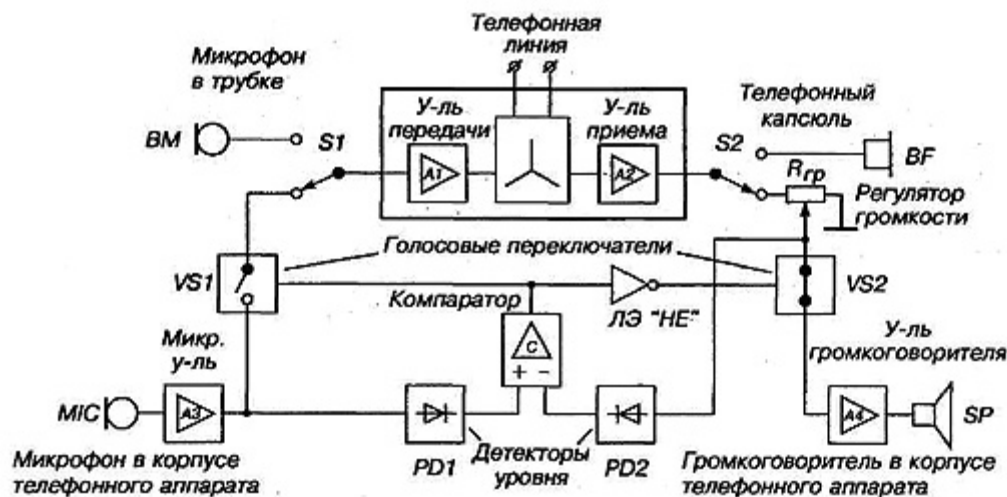


Рисунок 2 - Упрощенная блок-схема современного электронного ТА.

Аналоговый датчик, как правило, состоит из нескольких частей. Самая главная часть это чувствительный элемент – сенсор. Его назначение перевести измеряемую величину в электрический сигнал. Но сигнал, получаемый от сенсора, как правило, невелик. Для получения сигнала, пригодного для усиления, сенсор чаще всего включается в мостовую схему – мостик Уитстона (рис. 3).

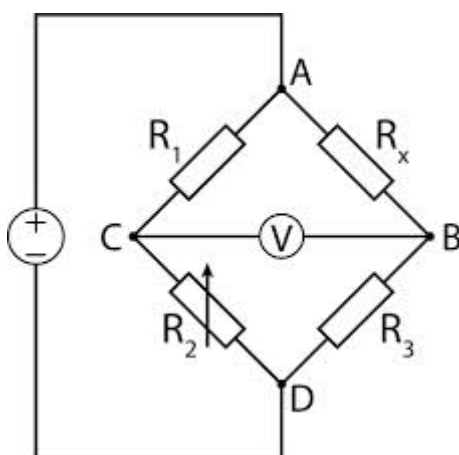


Рисунок 3 - Мостик Уитстона.

Изначальное назначение мостовой схемы - точное измерение сопротивления. К диагонали моста AD подключается источник постоянного тока. В другую диагональ подключен чувствительный гальванометр со средней точкой, с нулем в середине шкалы. Для измерения сопротивления резистора  $R_x$  вращением подстроечного резистора  $R_2$  следует добиться равновесия моста, установить стрелку гальванометра на нулевое значение.

Отклонение стрелки прибора в ту или иную сторону позволяет определить направление вращения резистора R2. Величина измеряемого сопротивления определяется по шкале, совмещенной с ручкой резистора R2. Условием равновесия моста является равенство соотношений  $R1/R2$  и  $R_x/R3$ . В этом случае между точками ВС получается нулевая разность потенциалов, и ток через гальванометр V не протекает.

Сопротивление резисторов R1 и R3 подобрано очень точно, их разброс должен быть минимален. Только в этом случае даже небольшой дисбаланс моста вызывает достаточно заметное изменение напряжения диагонали ВС. Именно это свойство моста используется для подключения чувствительных элементов (сенсоров) различных аналоговых датчиков. Ну, а дальше все просто, дело техники.

Для использования сигнала, полученного с сенсора, требуется его дальнейшая обработка, - усиление и преобразование в выходной сигнал, пригодный для передачи и обработки схемой управления - контроллером. Чаще всего выходным сигналом аналоговых датчиков является ток (аналоговая токовая петля), реже напряжение.

Почему именно ток? Дело в том, что выходные каскады аналоговых датчиков построены на базе источников тока. Это позволяет избавиться от влияния на выходной сигнал сопротивления соединительных линий, пользоваться соединительными линиями большой длины.

Дальнейшее преобразование достаточно просто. Токовый сигнал преобразуется в напряжение, для чего достаточно ток пропустить через резистор известного сопротивления. Падение напряжения на измерительном резисторе получается по закону Ома  $U=I \cdot R$  [2].

Известно, что основная часть работы происходит именно в системной плате.

Системная или материнская плата мобильного телефона — это многослойная сложная печатная плата, на которой устанавливаются основные компоненты мобильного телефона.

Компании производители все также активно разрабатывают новые и совершенствуют старые модели, а пользователи - теряются в большом ассортименте всевозможных мобильных телефонов. Несмотря на такое широкое разнообразие, общее у всех гаджетов одно – их работа практически не возможна без специального компонента, который называется – плата для мобильного телефона. Чаще всего ее называют системной, но иногда по аналогии с платой компьютеров и ее важностью, - материнской платой.

Системная плата для мобильного телефона по своим размерам самая большая по сравнению с другими платами, которые входят в состав телефона и отвечают за работу отдельного компонента. Системная плата – это сердце телефона, именно от нее зависит работа всего устройства, так как к ней подключаются все детали, которым предписано выполнение важных функций в телефоне: процессор, клавиатура, дисплей, антенна и т.д. Таким образом, плата объединяет части гаджета. Форма и размеры платы напрямую зависят от параметров и характеристик самого аппарата [3].

Рассмотрим примеры системных плат современного телефона (рис. 4-7).

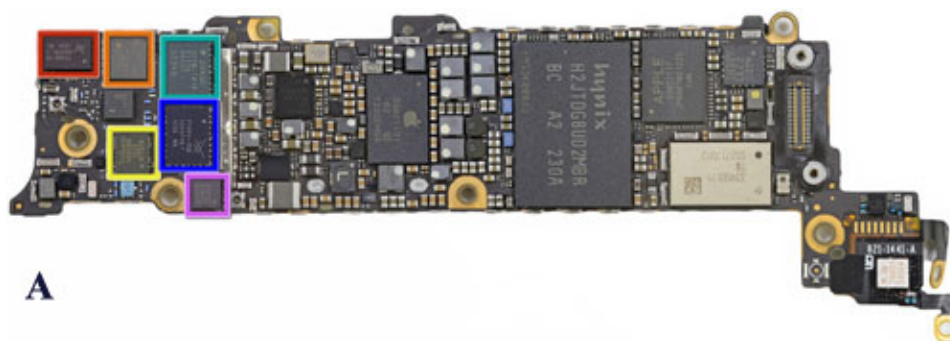


Рисунок 4 - Состав системной платы смартфона iPhone 5

Рассмотрим важные компоненты:

- Skyworks 77352-15: GSM/GPRS/EDGE усилитель мощности
- SWUA 147 228: антенный коммутатор
- Triquint 666083-1229: WCDMA/HSUPA усилитель мощности, дуплексер для приема передачи сигнала UMTS
- Avago AFEM-7813: двухдиапазонный LTE B1/B3 PA+FBAR дуплексер

- Skyworks 77491-158: CDMA усилитель мощности
- Avago A5613 ACPM-5613: усилитель мощности LTE тринадцатого диапазона (распределение частот FDD Band 13 - диапазон частот Uplink: 777—787 МГц; диапазон частот Downlink: 746—756 МГц; ширина диапазона: 10 МГц; дуплексный разнос -31МГц)

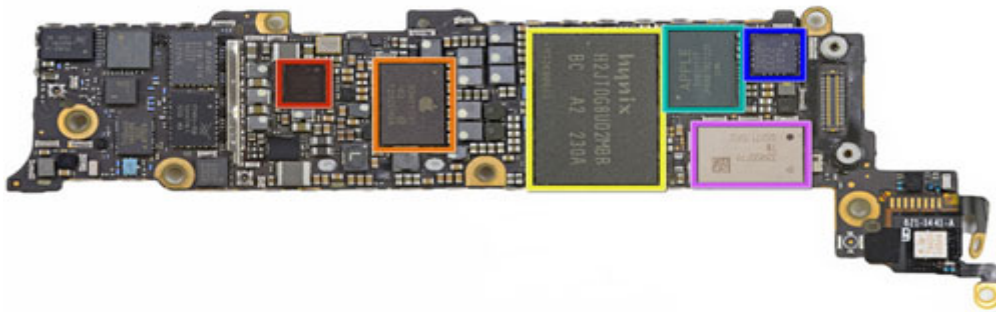
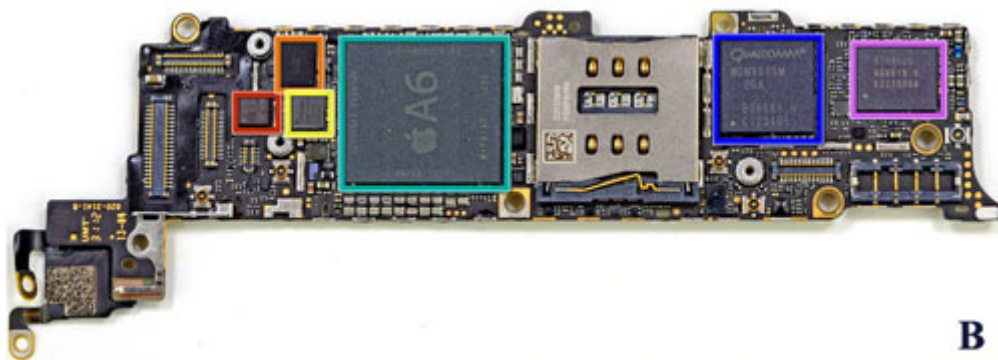


Рисунок 6 - Процессор А6 - сердце смартфона iPhone 5

- Qualcomm PM8018 RF: микроконтроллер питания
- Hynix H2JTDG2MBR: микросхема флэш-памяти NAND flash 16ГБ (32ГБ или 64ГБ, в зависимости от версии)
- Apple 338S1131: микросхема управления питанием производства компании Dialog
- Apple 338S1117: модуль вспомогательной памяти для LTE производство — Elpida
- STMicroelectronics L3G4200D: трёхосный гироскоп, такой же применяется в смартфонах iPhone 4S и планшете iPad 2 и других цифровых гаджетах.
- Murata 339S0171: Wi-Fi модуль

Двухядерный процессор А6, с тактовой частоте 1.02 ГГц. А6 однокристалльный чип (System-on-a-Chip, SoC) на базе ядра ARM, использует набор инструкций ARMv7 представлен на рисунке 7.





**В**

Рисунок 7 - Сторона "В", электронных компонентов не меньше чем муравьев в муравейнике.

- STMicroelectronics LIS331DLH (2233/DSH/GFGHA): трёхосный акселерометр с ультранизким энергопотреблением
- Texas Instruments 27C245I: контроллер сенсорной панели
- Broadcom BCM5976: еще один контролер тачскрина Вместо того, чтобы применить один контроллер сенсорной панели, Apple пошла по пути мульти-чип решения для управления дисплеем большего размера, а-ля iPad.
- Apple A6: Двухядерный процессор A6
- Qualcomm MDM9615M: LTE модем для передачи как голоса, так и данных
- Qualcomm RTR8600: многополосный трансивер, такой же применяется в смартфонах Samsung Galaxy S

Рассмотрим крупнее некоторые компоненты (рис. 8).

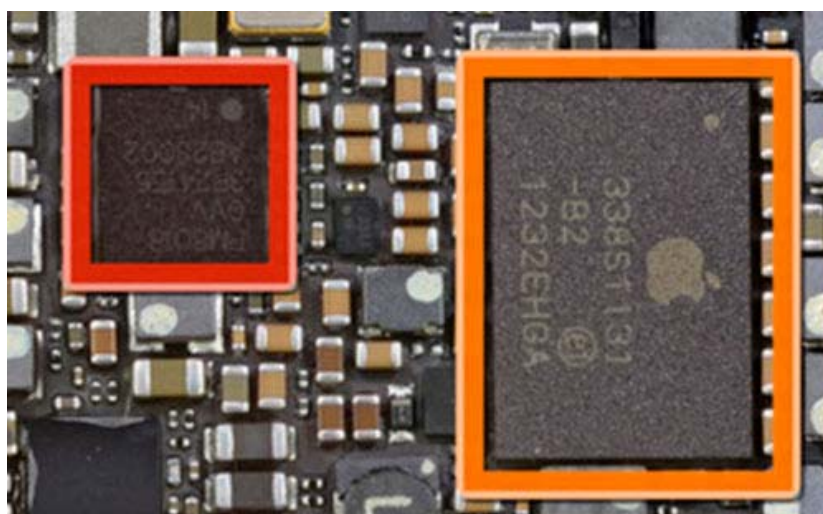


Рисунок 8 - Фрагмент системной платы.

Увеличенное фото фрагмента системной платы iPhone 5, на котором видна маркировка микросхем pm8018, а так же 338s1131 представлено на рисунке 9 [4].

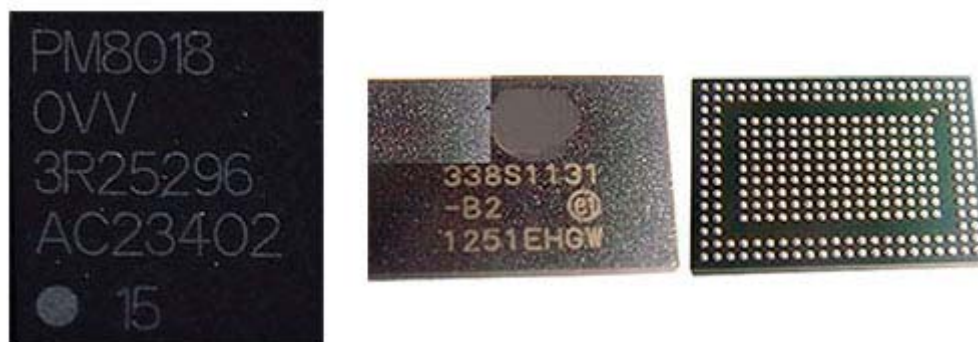


Рисунок 9 - Маркировка микросхем.

**Заключение:** передача и обработка сигналов существенно изменилась за последнее время. Прогресс не стоит на месте. Хотя, и некоторые старые разработки являются до сих пор не заменимыми.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ТА- телефонный аппарат;

ЭДС – электродинамическая сила.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Разговорная схема современного телефона – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://telephone-remont.ru/post\\_razgovornaya-shema-sovremennogo-telefona.html](http://telephone-remont.ru/post_razgovornaya-shema-sovremennogo-telefona.html)

2. Аналоговые датчики – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/school/847-analogovye-datchiki.html>

3. О платах мобильных телефонов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://radio-rynok.ru/stati/vse-o-platah-mobilnyh-telefonov>

4. Состав системной платы смартфона iPhone 5 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fototechnic.ru/hi-tech-world/214-razborka-iphone-5-part3.html>

## REFERENCES

1. Razgovornaya skhema sovremennogo telefona – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: [http://telephone-remont.ru/post\\_razgovornaya-shema-sovremennogo-telefona.html](http://telephone-remont.ru/post_razgovornaya-shema-sovremennogo-telefona.html)
2. Analogovye datchiki – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://elektrik.info/main/school/847-analogovye-datchiki.html>
3. O platakh mobilnykh telefonov – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://radio-rynok.ru/stati/vse-o-platah-mobilnyh-telefonov>
4. Sostav sistemnoy platy smartfona iPhone 5 – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.fototechnic.ru/hi-tech-world/214-razborka-iphone-5-part3.html>

*TRANSMISSION AND PROCESSING OF SIGNALS  
IN MOBILE DEVICES A NEW GENERATION*

**V.I. KLYUCHKO, N.V. KUSHNIR, N.YU. PAVLOVA, A.S.GRIVA**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: kushnir.06@mail.ru*

Information for the person plays an important role, so the main task of mankind is to process and organize this information. Talk is an integral part of the phone functions, which also operates via signaling. The fundamental scheme of the two-wire conversation circuit is a prime example of what has been said above. This is a direct passage of the microphone signals in a telephone capsule as its device by transforming the microphone currents through isolating transformers secondary windings. Since most modern phones are touch-sensitive, consideration of signal transmission methods to the touch panel is appropriate. The motherboard is a significant detail of the phone, this is where the connection of all the components and transmission of signals in the output. For example, we consider the system board of the popular smartphone.

**Key words:** smart phones, speakerphone, antisidetone device, system or motherboard.