
Telefone

- **História do telefone**
- **Telefone clássico**
- **Telefone electrónico**

Neste capítulo, começaremos por introduzir as características da versão clássica do telefone, apresentando-se os seus componentes principais e a forma como se ligam entre si. Destacam-se alguns aspectos de versões primitivas introduzidas no fim do século XIX, cujo impacto se mantém até aos nossos dias.

Seguidamente, considera-se a evolução resultante da introdução da electrónica e da microelectrónica na construção e operação do telefone: no processamento do sinal de voz e na interface com a linha, na geração de sinais de marcação e de tocar, e na disponibilização de novas formas de interacção e de novos serviços para o utilizador.

História do telefone

Marcos principais

Invenção do telefone

- atribuída durante muitos anos a G. Bell (1876)
- Bell foi acusado de fraude e perdeu a patente em 1893
- durante mais de um século a questão da invenção não foi resolvida
- em 2001 a Câmara dos Representantes dos EUA atribuiu a invenção ao italo-americano Antonio Meucci (1860), em cujo laboratório Bell trabalhou

Comutação automática electromecânica

- baseada em relés e selectores rotativos actuados electricamente
- invenção inicial de Almon B. Strowger (1891) permitia comutar 100 linhas
- tecnologia durou mais de 100 anos

O telefone dessa época veio a apresentar características que ainda hoje subsistem, e que condicionaram todo o desenvolvimento da telefonia

Sistemas de Telecomunicações

Telefone

Um pouco da história do telefone contada de forma diferente da que estamos habituados...

De acordo com uma resolução de 25 de Setembro de 2001 da Câmara de Representantes dos EUA, foi reconhecido que a primeira ligação telefónica ocorreu na casa de Meucci, entre a cave e o 1º andar, e, mais tarde, de forma permanente entre a cave e o 2º andar, onde a sua mulher se encontrava acamada.

Meucci demonstrou a sua invenção em 1860 e publicou uma descrição do seu 'teletrofono' no jornal de língua italiana de Nova Iorque. Iniciou o processo de patente em 1871, através de um pedido provisório, mas não dominando a língua inglesa e não tendo fundos para continuar o processo legal, vivendo mesmo da assistência social nessa altura, acabou por não conseguir renovar o pedido provisório, perdendo o seu direito em 1874 (bastariam 10 dólares para impedir que a patente de Bell fosse registada).

Entretanto, em Março de 1876 é atribuída a patente do telefone a Alexander Graham Bell, que desenvolvia experiências no laboratório onde os materiais de Meucci tinham sido guardados, e de onde desapareceram.

Em 1887, o Governo dos EUA iniciou um processo de anulação da patente de Bell, com base em fraude e apropriação indevida da invenção, posição esta que veio a ser confirmada pelo Supremo Tribunal.

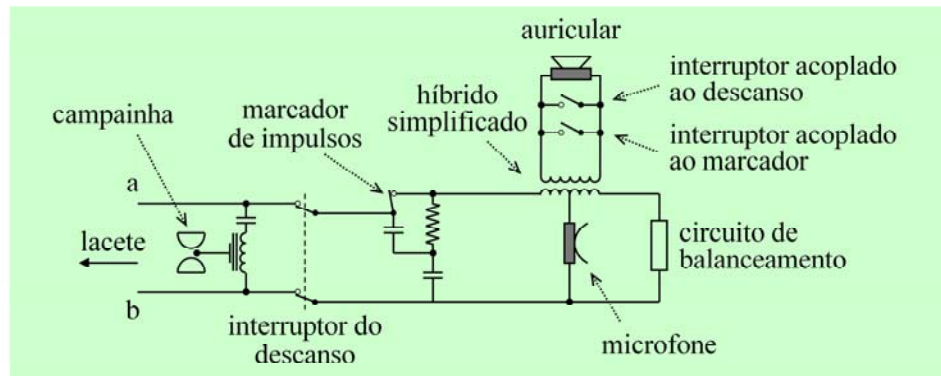
Entretanto, dá-se o falecimento de Meucci em 1889, e a patente de Bell acaba por expirar em 1893, extinguindo-se o processo, sem que viesse a ser reconhecida a verdadeira autoria da invenção.

Assim, a Câmara de Representantes repôs a verdade histórica, reconhecendo o trabalho e a invenção de Antonio Meucci.

Telefone clássico

Blocos funcionais

- conversão electroacústica: microfone (transmissor) e auricular (receptor)
- sinalização: interruptor de descanso, marcador de impulsos e campainha
- adaptação ao lacete a dois fios: híbrido



Blocos funcionais do telefone clássico
(interruptores na situação do telefone em conversação)

O telefone é um dispositivo electroacústico e mecânico que possibilita a transmissão de sinais de voz em tempo real numa rede telefónica.

Para além dos componentes electroacústicos, responsáveis pela conversão entre sinais sonoros e eléctricos, um telefone clássico dispõe ainda de componentes destinados a funções de sinalização, através dos quais é possível iniciar ou terminar uma conversa, enviar sinais de marcação para encaminhamento da chamada e receber alertas de chamadas recebidas.

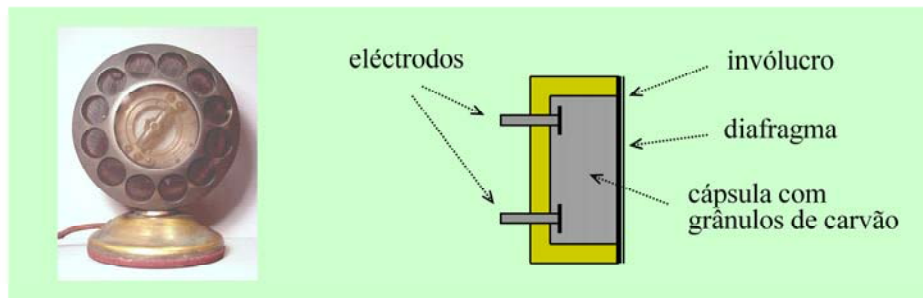
Outros componentes adaptam o telefone ao funcionamento com apenas dois pares de fios (lacete).

Telefone clássico

Componentes electroacústicos

- Microfone (receptor)

- em repouso, uma corrente contínua entre os eléctrodos percorre os grânulos
- a pressão acústica faz aumentar e diminuir a compressão de grânulos de carvão
- a resistência eléctrica entre os eléctrodos varia
- a voz é assim convertida em variações de uma corrente eléctrica
- requer fonte de alimentação (bateria)



Microfone de carvão primitivo e respectivo princípio de funcionamento

O microfone de carvão apresenta uma construção simples e robusta e um funcionamento elementar, compatível com a tecnologia da altura. As suas principais características são:

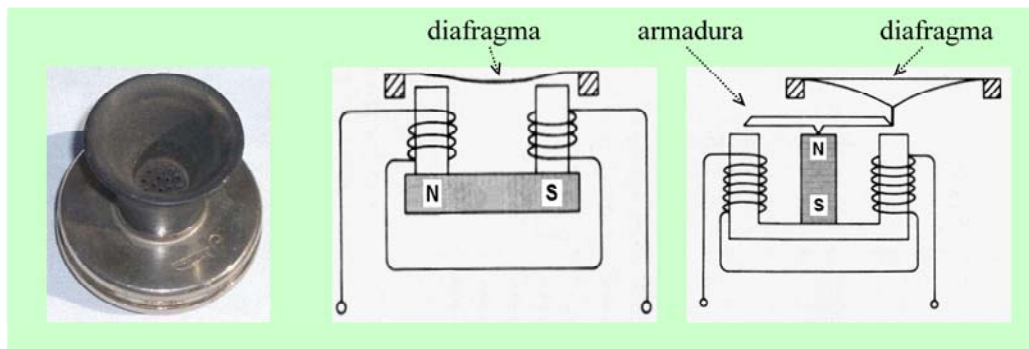
- sensível, excepto abaixo de um certo valor (limite de excitação)
- resposta em frequência pouco linear
- distorção elevada, sobretudo para elevadas amplitudes (relação não linear entre a resistência microfónica e a pressão acústica).

Telefone clássico

Componentes electroacústicos

- Auricular (emissor)

- um íman permanente acoplado a uma bobine atrai um diafragma de ferro (ou uma armadura de ferro ligada a um diafragma)
- o sinal recebido é aplicado à bobine, que faz variar o fluxo que percorre o íman
- o diafragma de ferro é atraído mais ou menos (vibra) conforme o sinal eléctrico
- reproduz-se, assim, o som original



Auricular primitivo e respectivo princípio de funcionamento

Sistemas de Telecomunicações

Telefone

Da mesma forma, o auricular apresenta uma construção elementar, apresentando as seguintes características:

- sensibilidade razoável
- resposta em frequência limitada
- baixa qualidade.

Telefone clássico

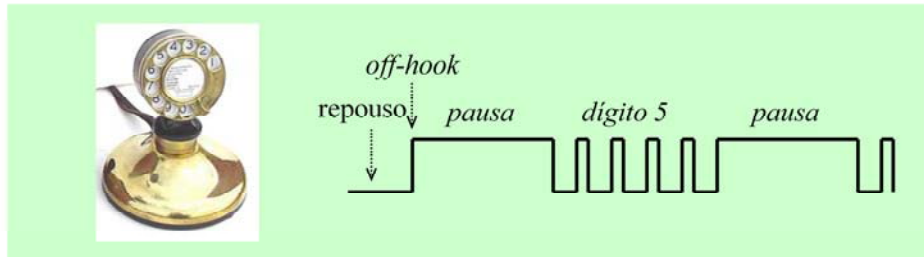
Componentes de sinalização

- Interruptor de descanso

- quando o microtelefone está pousado, o interruptor de descanso está aberto
- apenas a campainha está ligada à linha
- há um interruptor adicional acoplado ao descanso que impede cliques no auricular

- Marcador de impulsos

- impulsos enviados durante o movimento mecânico de retorno
- um interruptor adicional acoplado ao marcador isola o auricular dos cliques
- um filtro RC elimina transitórios nos contactos do marcador



Marcador de impulsos primitivo e interrupções de lacete enviadas para a linha

Sistemas de Telecomunicações

Telefone

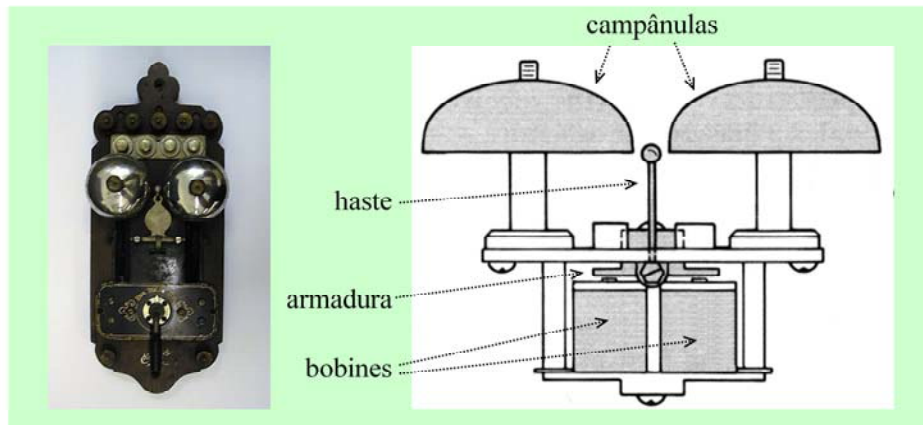
O marcador de dígitos é constituído por um disco rotativo de 10 posições. Quando colocado no dígito pretendido e libertado, regressa à posição inicial, interrompendo o lacete durante o movimento de retorno, tantas vezes quantas o dígito marcado (dez vezes para o 0).

Telefone clássico

Componentes de sinalização

- Campainha

- constituída por um electroíman com uma armadura móvel solidária com uma haste
- quando a central envia o sinal de chamar (75Vrms, 25Hz) a haste bate na campânula



Campainha primitiva e respectivo princípio de funcionamento

Sistemas de Telecomunicações

Telefone

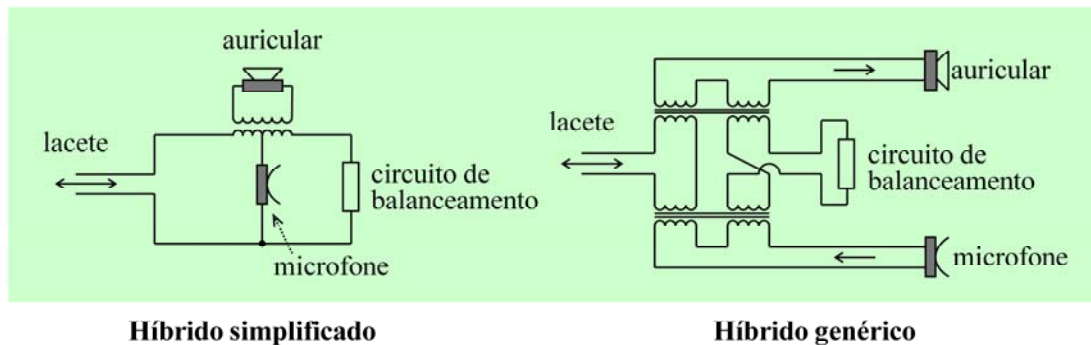
Este é um outro exemplo da elevada carga de sistemas legados. Isto é, ainda hoje, na interface de acesso telefónico analógico, se usa um sinal adequado para activar uma campainha electromecânica.

Telefone clássico

Componentes de adaptação ao lacete a dois fios

- Híbrido

- constituída por um transformador que efectua a conversão 2-4 fios
- no telefone, pode ter configurações mais simples do que a do híbrido genérico
- remove o efeito local → na prática mantém um nível residual benéfico
- adapta as impedâncias do receptor e emissor à da linha
- isola o auricular da componente contínua de polarização do microfone



Sistemas de Telecomunicações

Telefone

Se não fosse utilizado um dispositivo como o híbrido, ocorreria, de forma significativa, o chamado efeito local, isto é, cada pessoa ouviria no auricular a sua própria voz e, nesse caso, até com maior intensidade do que o som proveniente do microfone do seu interlocutor.

O híbrido destina-se a remover o efeito local. Contudo, a sua construção nunca é perfeita, e, na prática, é impossível adaptar completamente a linha, por esta ter uma impedância que não é conhecida com exactidão e ter um comprimento variável. Por estas razões, a eliminação do efeito local nunca é perfeita. Poder-se-ia pensar que esta situação não seria a ideal, mas, de facto, até é desejável algum efeito local, que injecta no auricular uma parte do sinal transmitido, da mesma forma que uma pessoa ouve a sua própria voz nos dois ouvidos.

O híbrido simplificado representado na figura não impede que o sinal vindo da linha seja igualmente acoplado no microfone, mas tal situação não é problemática, sendo, por isso, um bom compromisso com vista à redução de complexidade.

Características gerais

- eliminação de componentes electromecânicos
- utilização de electrónica do estado sólido nas funções básicas
- possibilidade de suportar toda a electrónica do telefone num circuito integrado
- utilização de microcontroladores em equipamentos mais avançados

Melhores características de operação

- transdutores de qualidade
 - microfone electrodinâmico ou electret
 - altifalante electrodinâmico
- amplificadores de emissão e recepção com ganho controlado pela corrente de linha (por sua vez dependente do comprimento do lacete)
- possibilidade de circuito híbrido resistivo
- marcação por multifrequência

As novas tecnologias electrónicas têm permitido uma evolução significativa do telefone, que se traduzem em termos de melhores características de operação, melhor interface de utilizador, novas facilidades, maior fiabilidade e menor custo.

Esta evolução tem contudo um enorme constrangimento: a compatibilidade com os sistemas actuais. Se fosse possível começar tudo a partir do zero, a rede telefónica seria certamente muito diferente do que é hoje.

No caso do telefone electrónico, deverão ser satisfeitos os requisitos da interface do lacete local de assinante. Por exemplo:

- quando o microtelefone está no descanso, a electrónica do telefone não pode absorver demasiada corrente por razões de consumo e para evitar que a central considere a condição "fora do descanso";
- quando o microtelefone é retirado do descanso, o telefone deve apresentar uma impedância que conduza à corrente mínima requerida pela central para detectar a condição "fora do descanso" (6 a 25 mA).

A alternativa é utilizar alimentação local, perdendo-se a autonomia e independência em relação à alimentação de energia eléctrica.

Por outro lado, a utilização de electrónica sensível no telefone requer cuidados especiais que assegurem uma protecção adequada contra sobretensões e potencial inversão da polaridade da ligação de acesso.

A utilização de amplificadores de ganho controlado pela corrente de lacete constitui um avanço importante no sentido de uniformizar os níveis de amplitude recebidos no telefone e na central, independentemente do comprimento do lacete. Deve, no entanto, referir-se que já há muitos anos são utilizados para o mesmo efeito componentes especiais - varistores, que são resistências variáveis com a tensão, e que permitem a regulação automática de nível

Telefone electrónico

Melhor interface de utilizador

- marcação por teclado
- possibilidade de visor alfanumérico na interface de utilização
- selecção de timbres/melodias e volume do sinal de chamar

Novas facilidades

- calendário e relógios horário e de tempo de chamada decorrido
- memória de números (últimos números marcados, agenda)
- possibilidade de enviar códigos de programação de serviços
- aviso de número chamador
- indicação de mensagem em espera num sistema de mensagens
- envio / recepção de mensagens curtas (SMS)
- notificação de taxaço

Sistemas de Telecomunicações

Telefone

O telefone, por si só, seria incapaz de disponibilizar algumas das novas facilidades se não houvesse uma evolução significativa no sistema de sinalização. Contudo, também neste caso, o suporte de novas facilidades tem de conviver com o antiquado sistema de sinalização.