

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA E DE
COMPUTADORES

REDES E SERVIÇOS INTERNET

Projeto de Voice Over IP

Trabalho realizado por:

Diogo Moura

Diogo Alves

Tomás Malcata

Número:

86976

86980

87130

Turno L03 - Grupo 6 - 4a feira 15h:30m-17h00m

2019/2020

Introdução

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de *Interactive Voice Response* (IVR) baseado em voz sobre IP (VoIP).

Para tal, foi realizado um sistema que permite a comunicação entre vários softphones que utilizem VoIP. É possível através do sistema desenvolvido realizar chamadas de voz entre diversos utilizadores, mas também é fornecida a possibilidade da realização de uma sondagem sobre clubes de futebol e análise dos seus resultados, a possibilidade de jogar um jogo de artilharia e ainda a obtenção de moradas através do código postal.

Para o efeito, foi desenvolvido um menu em que o utilizador escolhe qual a opção de que quer usufruir.

Para além do mais, após a execução deste sistema de comunicação com base no Asterisk, foram analisados os protocolos e tipo de mensagens enviadas.

Instruções de Instalação

#Instalar o Asterisk

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get install asterisk
```

#Copiar ficheiros sip.conf e extensions.conf para a diretoria correta

```
sudo cp sip.conf /etc/asterisk  
sudo cp extensions.conf /etc/asterisk
```

#Copiar ficheiros de som para a diretoria correta

```
sudo cp *.gsm /usr/share/asterisk/sounds
```

#Instalar a interface de conversao de texto para voz googletts

```
sudo apt install git  
git clone git://github.com/zaf/asterisk-googletts  
sudo cp asterisk-googletts/googletts.agi /usr/share/asterisk/agi-bin/  
sudo chmod 777 /usr/share/asterisk/agi-bin/googletts.agi
```

```
#Instalar os pacotes sox e mpg123, necessarios ao funcionamento da
#interface googletts
sudo apt-get install sox
sudo apt-get install mpg123

#Copiar o ficheiro postal_code.py para a diretoria correta
sudo cp postal_code.py /usr/share/asterisk/agi-bin
sudo chmod 777 /usr/share/asterisk/agi-bin/postal_code.py

#Instalar o pacote python-pip, bem como as necessarias bibliotecas
#em modo root
sudo apt install python-pip
sudo -i
pip install pyst2
pip install beautifulsoup4
pip install requests
pip install lxml
exit

#Arranque do asterisk
sudo asterisk -vvvvr
reload
```

Nos softphones é necessário registar o utilizador com username 4002 e password rsi2019 e o operador com username 4000 e password rsi2019. A extensão para o sistema de menus é 86976.

Pilha de Protocolos

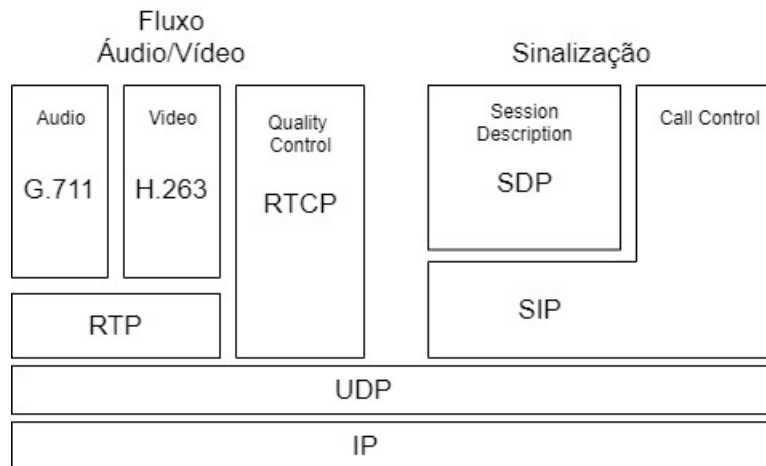


Figura 1: Diagrama com os protocolos utilizados

Áudio

"G.711 is an ITU-T standard (Recommendation) for audio companding, titled Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies, it is a required standard in many technologies, such as in the H.320 and H.323 standards. It was originally designed for use in telephony and was released for use in 1972. It can also be used for fax communication over IP networks (as defined in T.38 specification). G.711 is a narrowband audio codec that provides toll-quality audio at 64 kbit/s. G.711 passes audio signals in the range of 300–3400 Hz and samples them at the rate of 8,000 samples per second, with the tolerance on that rate of 50 parts per million (ppm)."

Vídeo

"H.263 is a video compression standard originally designed as a low-bit-rate compressed format for videoconferencing. It was standardized by the ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) in a project ending in 1995/1996. It is a member of the H.26x family of video coding standards in the domain of the ITU-T. Like previous H.26x standards, H.263 is based on discrete cosine transform (DCT) video compression.[1] H.263 was later extended to add various additional enhanced features in 1998 and 2000."

Fluxo Áudio/Vídeo

"The Real-time Transport Protocol (RTP) is a network protocol for delivering audio and video over IP networks. RTP is used in communication and entertainment systems that involve streaming media, such as telephony, video teleconference applications including WebRTC, television services and web-based push-to-talk

features. RTP typically runs over User Datagram Protocol (UDP). RTP is one of the technical foundations of Voice over IP and in this context is often used in conjunction with a signaling protocol such as the Session Initiation Protocol (SIP) which establishes connections across the network."

Controlo de Qualidade

"RTP is used in conjunction with the RTP Control Protocol (RTCP). While RTP carries the media streams (e.g., audio and video), RTCP is used to monitor transmission statistics and quality of service (QoS) and aids synchronization of multiple streams."

Descrição da Sessão

"The Session Description Protocol (SDP) is a format for describing streaming media communications parameters. SDP is used for describing multimedia communication sessions for the purposes of session announcement, session invitation, and parameter negotiation. SDP does not deliver any media by itself but is used between endpoints for negotiation of media type, format, and all associated properties. The set of properties and parameters are often called a session profile. SDP is designed to be extensible to support new media types and formats. SDP started off as a component of the Session Announcement Protocol (SAP), but found other uses in conjunction with Real-time Transport Protocol (RTP), Real-time Streaming Protocol (RTSP), Session Initiation Protocol (SIP) and even as a standalone format for describing multicast sessions."

Controlo de Chamada

"The Session Initiation Protocol (SIP) is a signaling protocol used for initiating, maintaining, and terminating real-time sessions that include voice, video and messaging applications. SIP is used for signaling and controlling multimedia communication sessions in applications of Internet telephony for voice and video calls, in private IP telephone systems, in instant messaging over Internet Protocol (IP) networks as well as mobile phone calling over LTE. The protocol defines the specific format of messages exchanged and the sequence of communications for cooperation of the participants. SIP is a text-based protocol, incorporating many elements of the Hypertext Transfer Protocol (HTTP) and the Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). A call established with SIP may consist of multiple media streams, but no separate streams are required for applications, such as text messaging, that exchange data as payload in the SIP message."

Camada de Transporte

"UDP uses a simple connectionless communication model with a minimum of protocol mechanisms. UDP provides checksums for data integrity, and port numbers for addressing different functions at the source and destination of the datagram. It has no handshaking dialogues, and thus exposes the user's program to any unreliability of the underlying network; there is no guarantee of delivery, ordering, or duplicate protection. If error-correction facilities are needed at the network interface level, an application may use Transmission Control Protocol (TCP) or Stream Control Transmission Protocol (SCTP) which are designed for this purpose."

Camada de Rede

"The IP address space is managed globally by the Internet Assigned Numbers Authority (IANA), and by five regional Internet registries (RIRs) responsible in their designated territories for assignment to local Internet registries, such as Internet service providers, and other end users. IPv4 addresses were distributed by IANA to the RIRs in blocks of approximately 16.8 million addresses each, but have been exhausted at the IANA level since 2011. Some IPv4 addresses are reserved for private networks and are not globally unique. Network administrators assign an IP address to each device connected to a network. Such assignments may be on a static (fixed or permanent) or dynamic basis, depending on network practices and software features. IP addresses are assigned to a host either dynamically as they join the network, or persistently by configuration of the host hardware or software. Persistent configuration is also known as using a static IP address. In contrast, when a computer's IP address is assigned each time it restarts, this is known as using a dynamic IP address. Dynamic IP addresses are assigned by network using Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). DHCP is the most frequently used technology for assigning addresses. It avoids the administrative burden of assigning specific static addresses to each device on a network. It also allows devices to share the limited address space on a network if only some of them are online at a particular time. Typically, dynamic IP configuration is enabled by default in modern desktop operating systems."

Diagramas e descrição dos protocolos

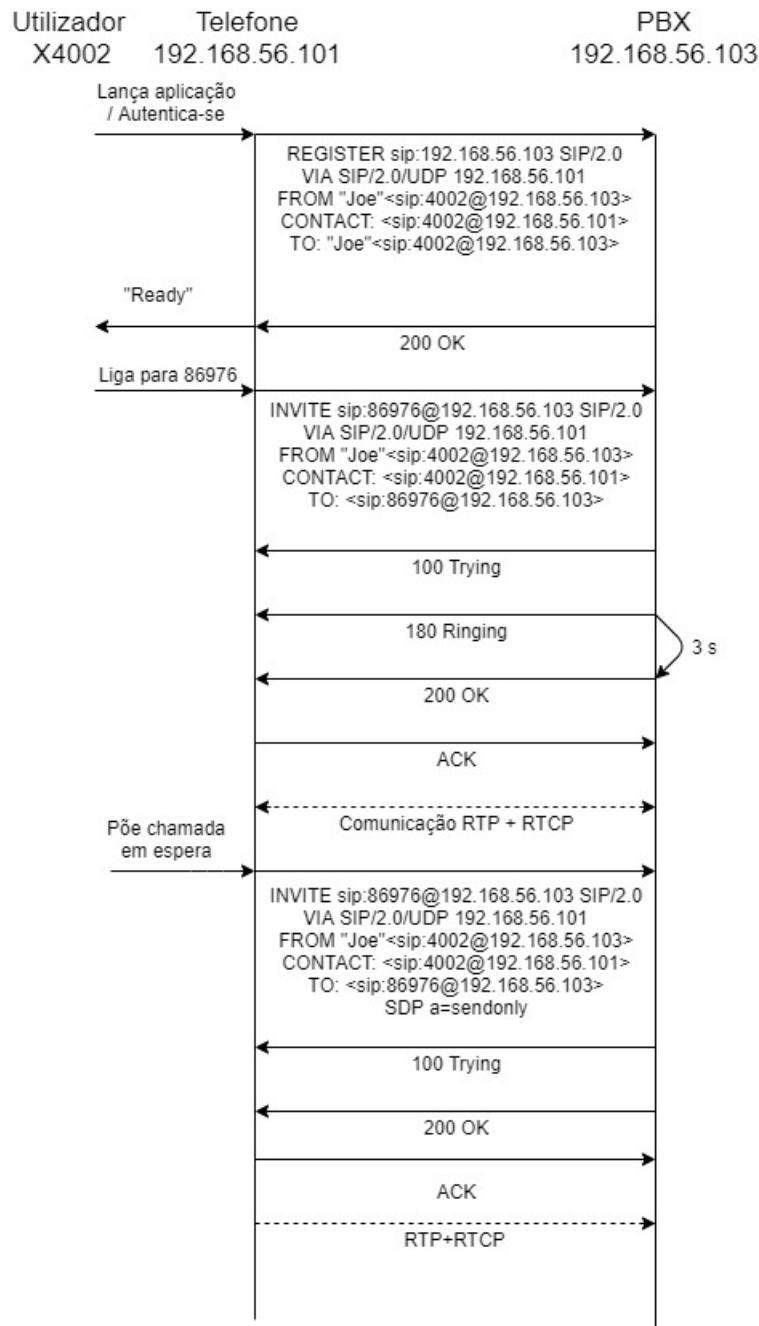


Figura 2: Autenticação, chamada para o sistema de menus e chamada em espera

Quando um utilizador se autentica/lança a aplicação, um Request SIP com o método «REGISTER» é enviado para o servidor, contendo o nome do utilizador e a password encriptada. Se os dados estiverem corretos, o servidor responderá com o código «200 OK».

Quando o utilizador liga para a aplicação IVR, é enviado para o servidor um Request SIP com o

método «INVITE» para o URI sip:86976@192.168.56.103, em que 86976 é a extensão da aplicação IVR e 192.168.56.103 é o endereço IP do servidor. O servidor responde imediatamente com a mensagem «100 Trying», seguida da mensagem «180 Ringing», indicando que a chamada está à espera de ser atendida. Ao fim de 3 segundos, quando a chamada é atendida, o servidor envia ao usuário a mensagem «200 OK» e este responde com uma mensagem «ACK», confirmando que a resposta final ao «INVITE» foi recebida. A partir deste momento, inicia-se a troca de fluxos de audio/video através dos protocolos RTP e RTCP.

Quando existe uma chamada em curso e o utilizador põe a chamada em espera, é enviado um Request SIP com o método «INVITE» muito semelhante ao que foi usado para iniciar a chamada, mas com o campo do protocolo SDP «a=sendonly». A esta mensagem o servidor responde com as mensagens «100 Trying» e «200 OK» e o utilizador envia a mensagem «ACK». A partir deste momento, a comunicação RTP+RTCP é feita apenas no sentido utilizador → servidor.

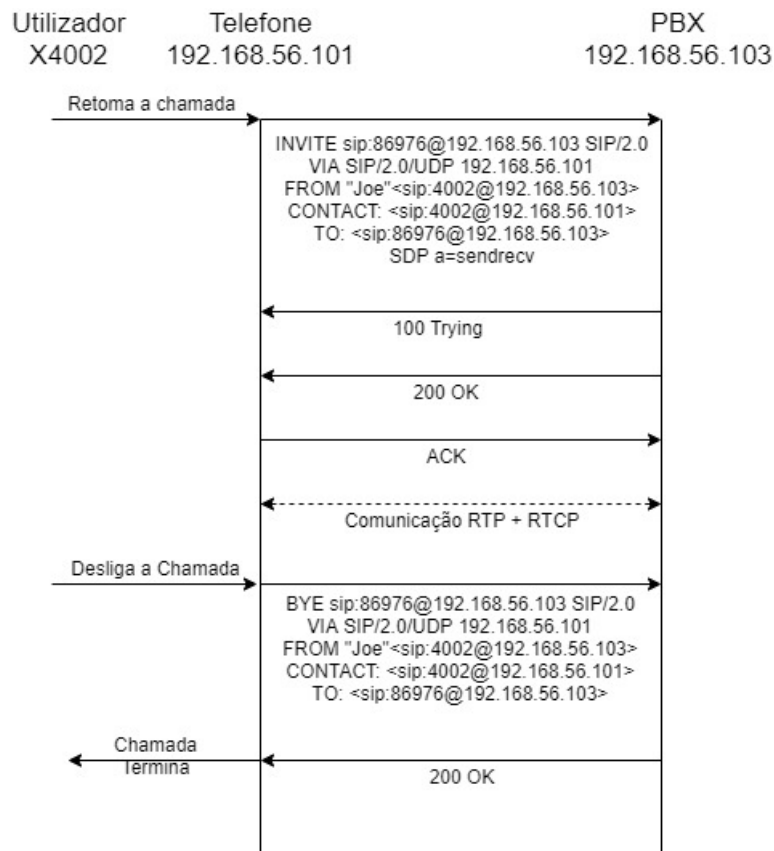


Figura 3: *Retoma e término da chamada*

Quando o utilizador retoma a chamada, mais uma vez é enviado um Request SIP com o método «INVITE» semelhante ao caso anterior, mas com o campo do protocolo SDP «a=sendrcv». Mais uma vez, o servidor responde com «100 Trying» e o utilizador com «ACK». A partir deste ponto, a comunicação

RTP+RTCP passa a fazer-se em ambos os sentidos.

Ao desligar a chamada, é enviado para o servidor um Request SIP com o método «BYE» e URI sip:86976@192.168.56.103. A chamada termina quando o utilizador recebe a resposta «200 OK» do servidor a este Request.

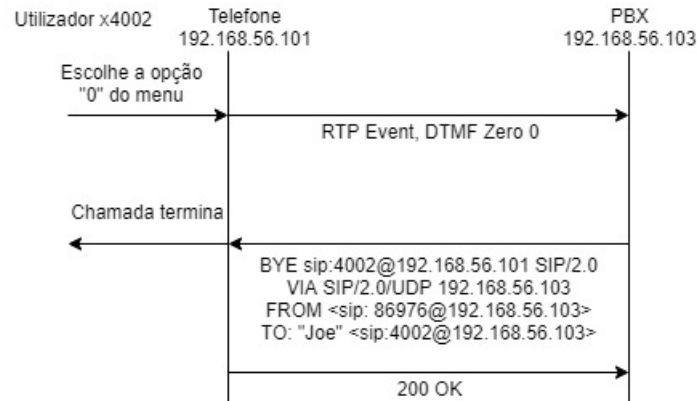


Figura 4: Término da chamada através da opção "0" do menu

Quando o utilizador escolhe a opção «0» do menu (Terminar chamada), é enviado para o servidor a sinalização de que o utilizador premiu a tecla «0» (RTP Event, DTMF Zero 0) e, ao contrário do caso anterior, neste caso é o servidor que envia o Request SIP com o método «BYE» e URI sip:4002@192.168.56.101. O utilizador responde a esta mensagem com «200 OK» e a chamada é terminada.

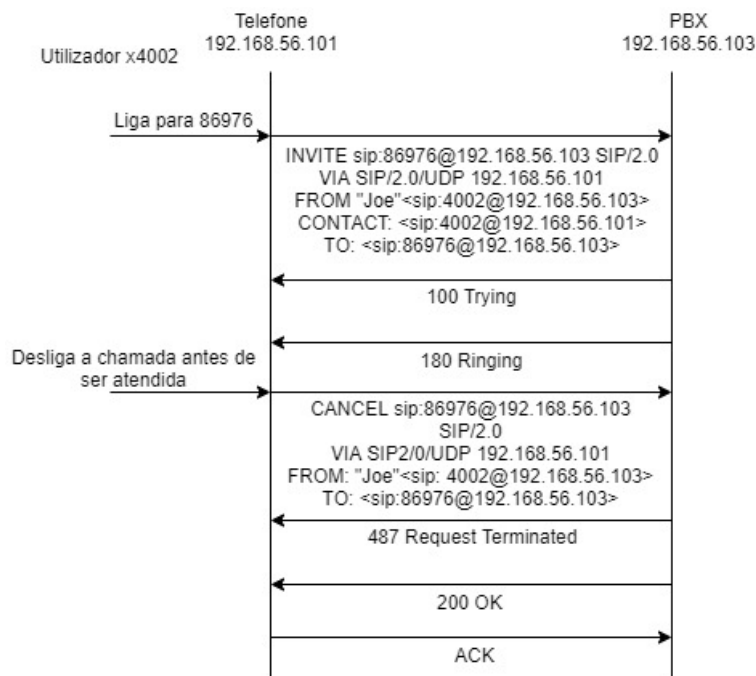


Figura 5: *Utilizador desliga a chamada antes de esta ser atendida*

Quando o utilizador desliga a chamada antes de esta ser atendida, isto é, depois da mensagem «180 Ringing» mas antes de «200 OK», é enviado para o servidor um request SIP com o método «CANCEL» e o mesmo URI que foi utilizado para o «INVITE». A esta mensagem o servidor responde com «487 Request Terminated», seguido de «200 OK». No fim, o utilizador envia também um «ACK».

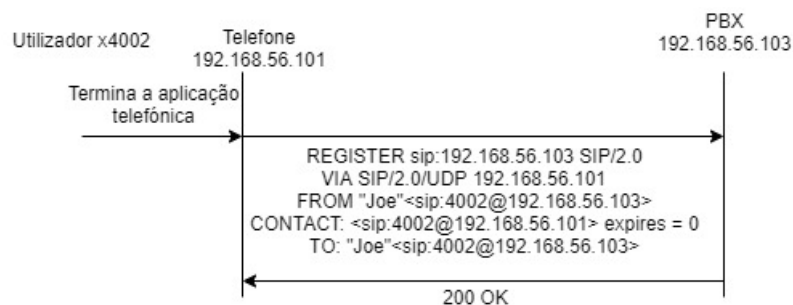


Figura 6: *Utilizador termina a aplicação telefónica*

Ao terminar a aplicação telefónica, o utilizador envia para o servidor um Request SIP com o método «REGISTER», semelhante ao que foi utilizado para se autenticar, mas com o campo «expires=0», indicando que o utilizador se está a desregistar. Esta mensagem é seguida de um «200 OK» do servidor.

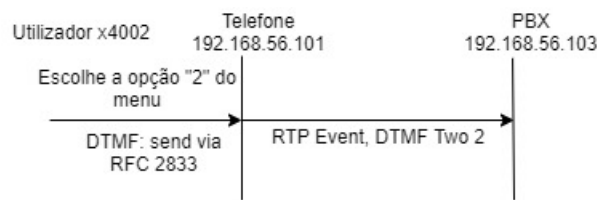


Figura 7: Utilizador escolhe uma tecla do menu quando a opção DTMF seleccionada é «send via RFC 2833»

Quando a opção DTMF seleccionada é «send via RFC 2833» e o utilizador escolhe uma opção do menu, é enviada para o servidor a tecla premida através de um RTP Event, por exemplo, para o caso da tecla «2»: «RTP Event, DTMF Two 2».

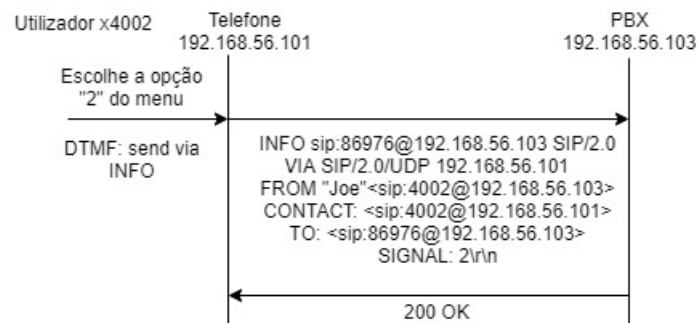


Figura 8: Utilizador escolhe uma tecla do menu quando a opção DTMF seleccionada é «send via INFO»

Em contrapartida, quando a opção DTMF seleccionada é «send via INFO», é enviada para o servidor a tecla premida através de um Request SIP com o método «INFO» e campo «signal» igual a «2\r\n». O resultado é uma mensagem «200 OK» do servidor.

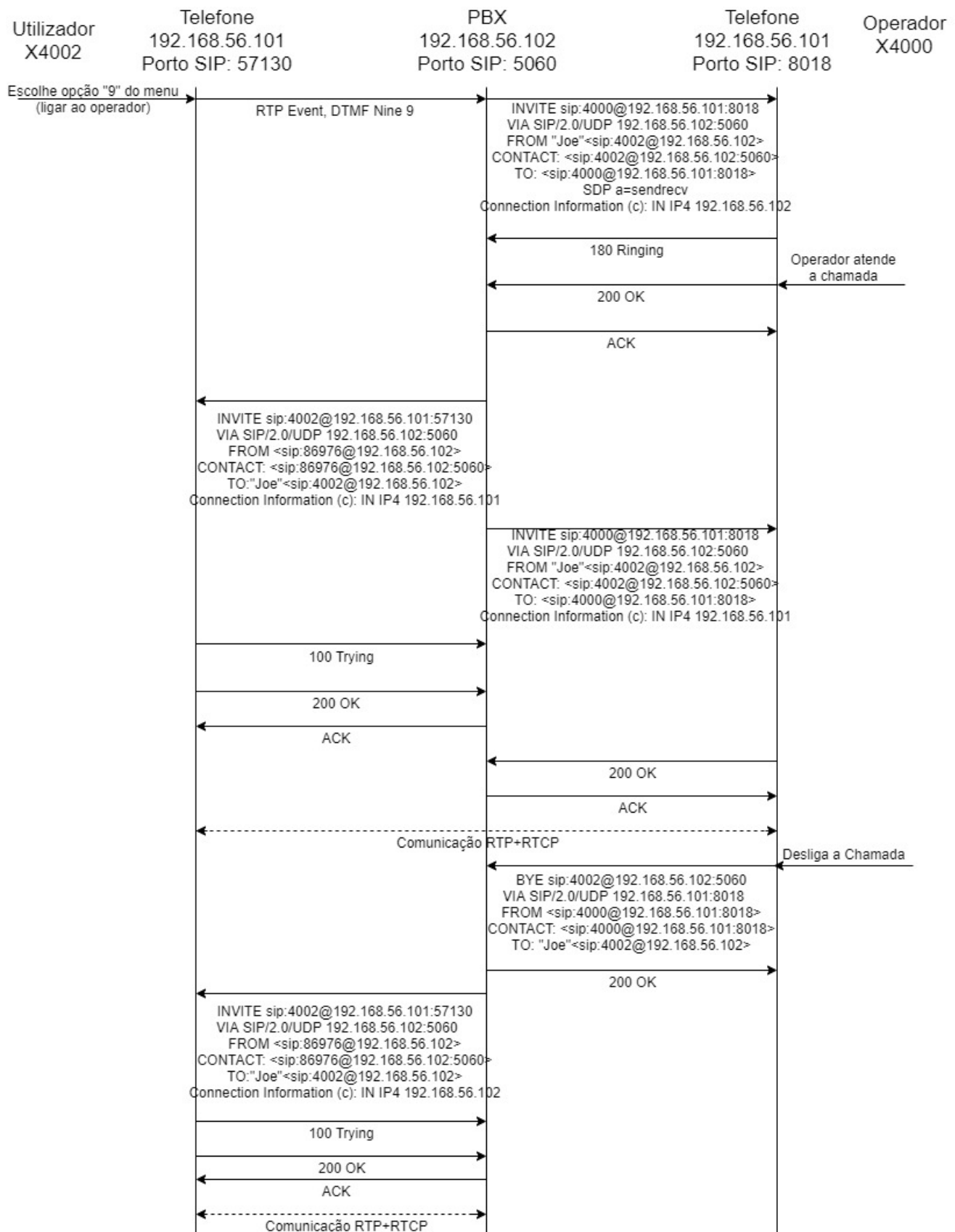


Figura 9: Estabelecimento de uma chamada com o operador, com a opção de «directmedia»

Na situação em que a linha «directmedia=no» não é adicionada ao ficheiro «sip.conf», a comunicação entre o utilizador e o operador será feita diretamente, sem passar pelo servidor.

Quando o utilizador prime a tecla «9», o servidor envia um Request SIP com o método «INVITE» para o telefone do operador, para estabelecer a chamada com este. Quando o operador atende a chamada, o servidor envia dois Requests SIP com o método «INVITE», um para o utilizador e outro para o operador. Ao contrário dos «INVITE» que temos visto até este ponto, estes dois diferem num aspeto - o campo «Connection Information (c)» não contém o endereço da entidade que enviou o «INVITE» (o servidor neste caso), mas sim da entidade à qual se pretende estabelecer uma conexão. Assim, estas duas mensagens de «INVITE» têm como objetivo estabelecer uma ligação direta entre o utilizador e o operador, para que o fluxo de áudio/vídeo seja partilhado diretamente, sem passar pelo servidor. Isto pode ser observado no diagrama: após as respostas «200 OK» e «ACK» aos «INVITE», os fluxos RTP/RTCP são enviados diretamente do operador para o utilizador e vice-versa.

Quando esta chamada termina, além do Request SIP com o método «BYE» enviada do operador para o servidor para indicar que o operador terminou a chamada, o servidor envia também para o utilizador um Request SIP com o método «INVITE». Esta mensagem serve para notificar o utilizador de que a chamada anterior terminou e que a comunicação a partir deste momento irá passar a ser feita com o servidor.

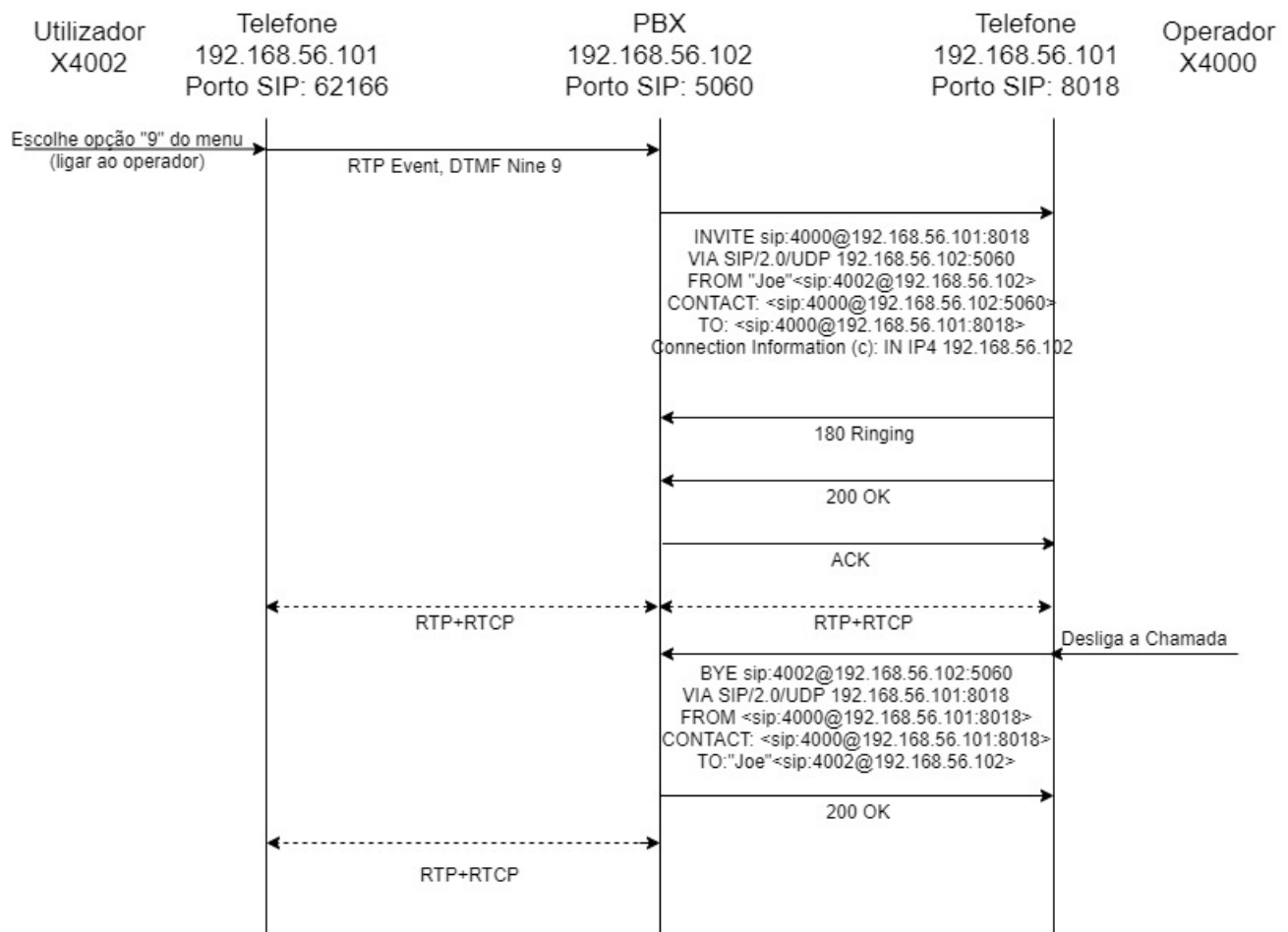


Figura 10: Estabelecimento de uma chamada com o operador, sem a opção de «directmedia»

No caso em que a linha «directmedia=no» é adicionada ao ficheiro «sip.conf», o servidor serve de intermediário na transferência dos fluxos de áudio/vídeo. Nesta situação, quando o utilizador prime a tecla «9», é enviado um «INVITE» do servidor para o operador. Quando o operador atende a chamada, iniciam-se os fluxos RTP/RTCP do operador para o utilizador, sendo o servidor o intermediário. Quando o operador desliga a chamada, este envia um Request SIP com o método «BYE» para o servidor e a partir daí os fluxos RTP/RTCP passam a ser apenas entre o servidor e o utilizador.