

Pingo d'água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Edvar Afonso Luciano Filho

Disciplina:

Tópicos Especiais em Redes e Segurança

Professor: Pedro Velloso

Programa de Engenharia Elétrica - PEE/COPPE/UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sumário

- Introdução;
- Proposta;
- Testes e Resultados;
- Trabalhos Futuros;
- Conclusão;

Introdução

Dados principais:

- Artigo aceito na trilha principal da SBRC 2017;
- Autores:
 - Francisco H. M. B. Lima (UFMG);
 - Luiz F. M. Vieira (UFMG);
 - Marcos A. M. Vieira (UFMG);
 - Alex B. Vieira (UFJF);
 - José e Augusto M. Nacif (UFV);

Introdução

- Motivação: Apresentar uma solução inovadora para integrar dispositivos de redes sensores aquáticos à Internet e permitir que os mesmos respondam ao comando *Ping*;
 - Considera o integração com protocolos já existentes para redes IoT (ex: *6LoWPAN*). Contribui com integração do ICMP;
 - Propõem um algoritmo para compressão dos campos do protocolo ICMP para possibilitar a monitoração remota dos dispositivos aquáticos;

Slide 4

g1

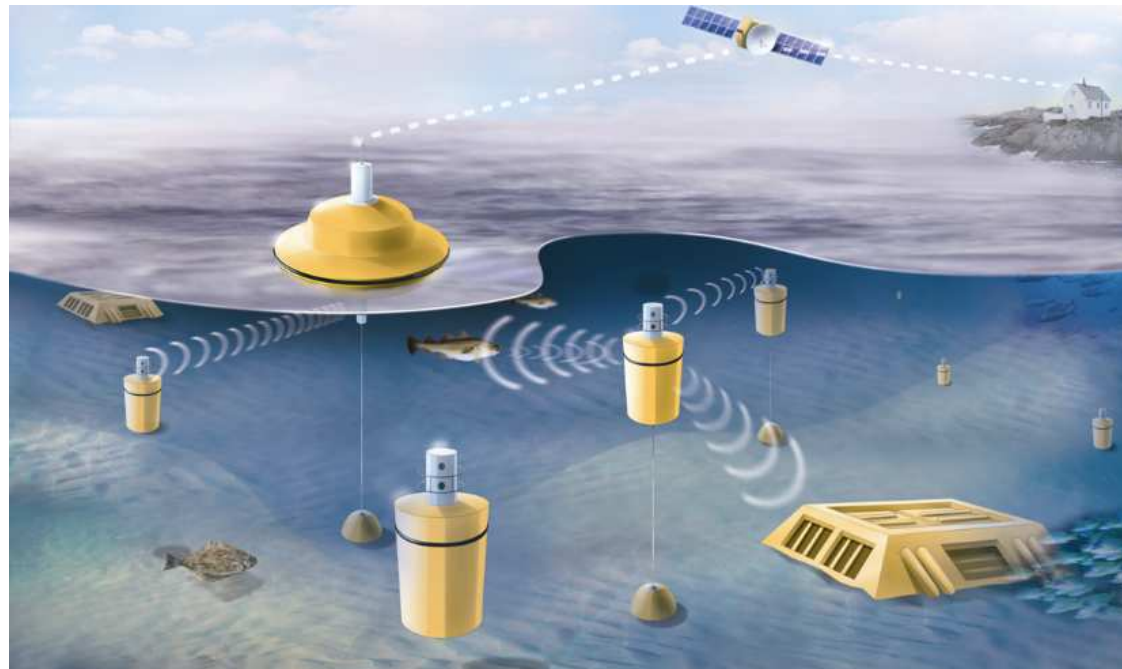
IPv6 over Low power Wireless Personal Area Network

gta; 03/10/2017

- Principais características das Redes de Sensores Sem Fio Aquáticas (RSSFAs):
 - Composta por dispositivos com restrições computacionais e de energia;
 - Geralmente utiliza comunicação acústica na camada física para transmissão dos sinais;
 - Comunicação entre dispositivos é feita com alta latência e alta perda de pacotes dependendo da taxa;

Introdução

- Aplicações das RSSFAs: Monitoração de poluição em rios, monitoração de oleodutos, campos de exploração de petróleo *off-shore*, bacias hidrográficas;



Fonte: <http://wsnlab.org/wp-content/uploads/2015/04/concept.png>

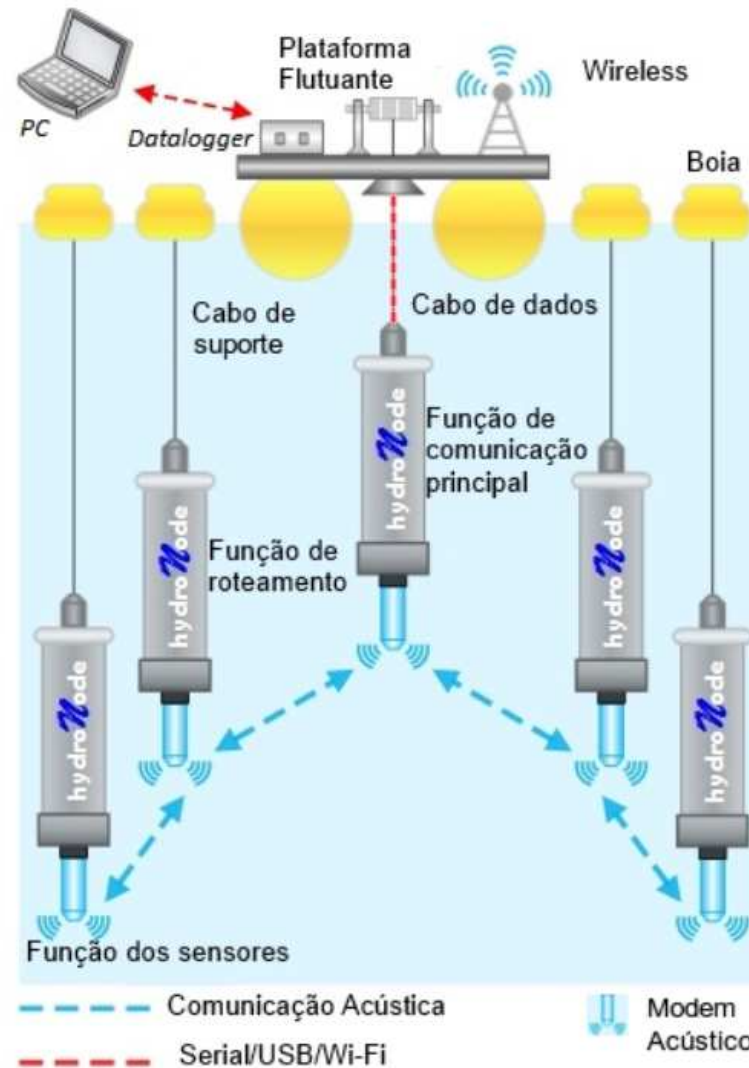
Introdução

- Outros protocolos/trabalhos citados para superar os desafios das RSSFAs:
 - Aloha [Vieira et al. 2006];
 - Pressure Routing [Lee et al. 2010];
 - GEDAR [Coutinho et al. 2014];
 - Protocolo de roteamento oportunístico [Vieira 2012, Coutinho et al. 2016d];
 - Protocolo de roteamento baseados em centralidade [Coutinho et al. 2016c] ;

Introdução

- Outros protocolos/trabalhos citados para superar os desafios das RSSFAs:
 - Aloha [Vieira et al. 2006];
 - Pressure Routing [Lee et al. 2010];
 - GEDAR [Coutinho et al. 2014];
 - Protocolo de roteamento oportunístico [Vieira 2012, Coutinho et al. 2016d];
 - Protocolo de roteamento baseados em centralidade [Coutinho et al. 2016c] ;
- Nenhum deles propõe que mensagens da Internet (ICMP) trafeguem pelas Redes de Sensores Aquáticas;

Proposta



Fonte: Pingo d'água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Proposta

Modens Acústicos com buffers limitados em 24 Bytes.

Proposta

Modens Acústicos com buffers limitados em 24 Bytes.

Compressão do cabeçalho ICMP é projetada para atender
essa restrição.

Proposta

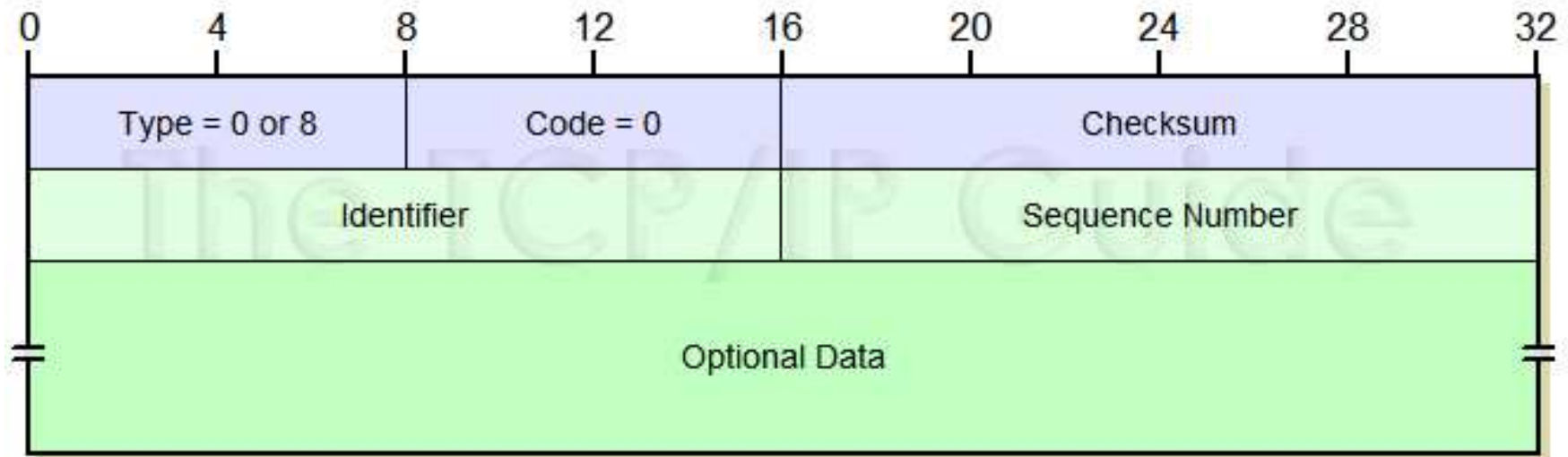
Modens Acústicos com buffers limitados em 24 Bytes.

Compressão do cabeçalho ICMP é projetada para atender
essa restrição.

Compressão e descompressão de cabeçalhos ocorre no
Datalogger Board (gateway)

Proposta

- Estrutura de mensagens ICMP (Echo Request e Echo Reply);



Fonte: www.tcpipguide.com

Mensagem padrão do comando ping tem 64 bytes.

Proposta

- Compressão de cabeçalho proposta:

Campo ICMP	Tamanho Original	Tamanho Comprimido
Type	1 byte	2 bits
Code	1 byte	1 bit
Checksum	2 bytes	8 bits
Identifier	2 bytes	8 bits
Sequence Number	2 bytes	5 bits
Optional Data (<i>payload</i>)	Variável (56 bytes)	8 bits
Total	64 bytes	4 bytes

Proposta

- Foram considerados como “valores comuns” os valores mais presentes nas mensagens *Echo Request*, *Echo Reply* e *Destination Unreachable*;
- Campos considerados “valores não comuns” são concatenados no final da mensagem ICMP, na ordem em que aparecem no cabeçalho;

Proposta

- Foram considerados como “valores comuns” os valores mais presentes nas mensagens *Echo Request*, *Echo Reply* e *Destination Unreachable*;
- Campos considerados “valores não comuns” são concatenados no final da mensagem ICMP, na ordem em que aparecem no cabeçalho;

Mensagem comprimida enviada

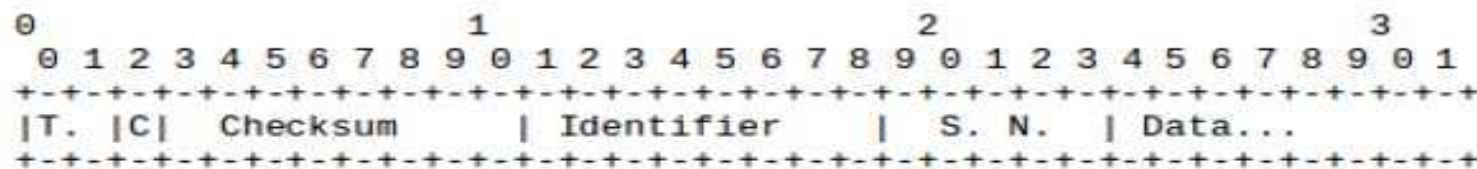
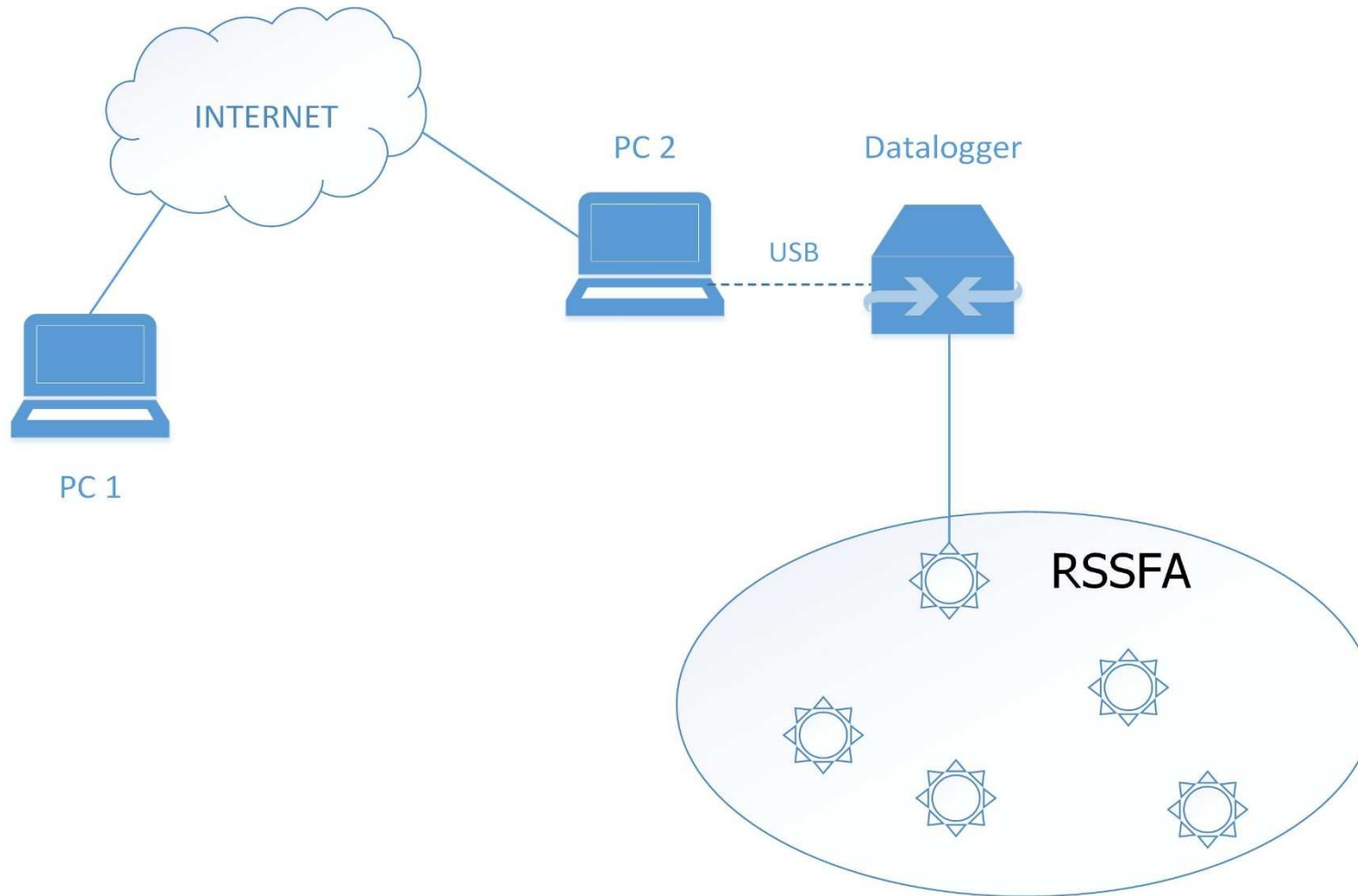
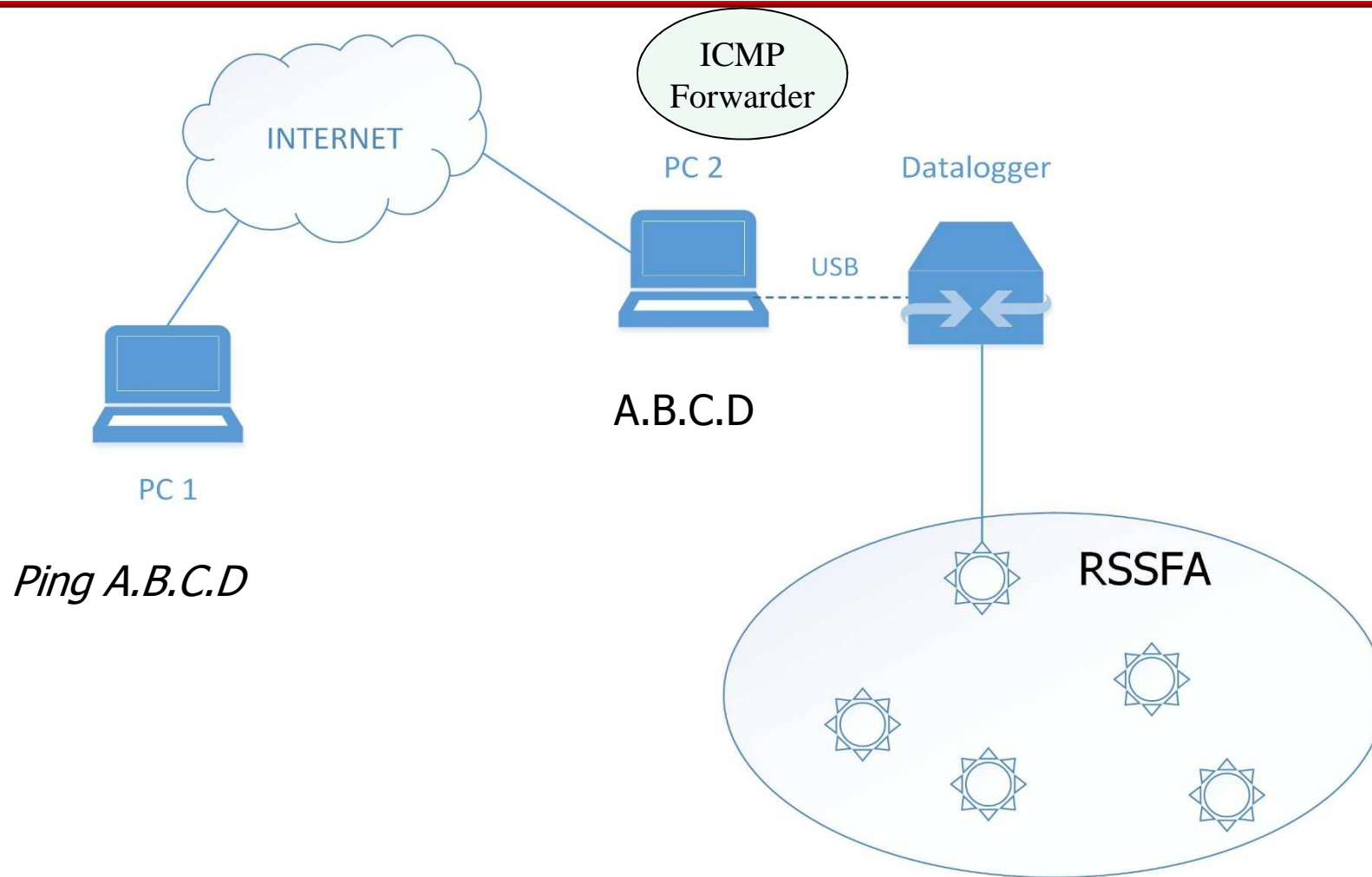


Figura 4. Cabeçalho ICMP Comprimido.

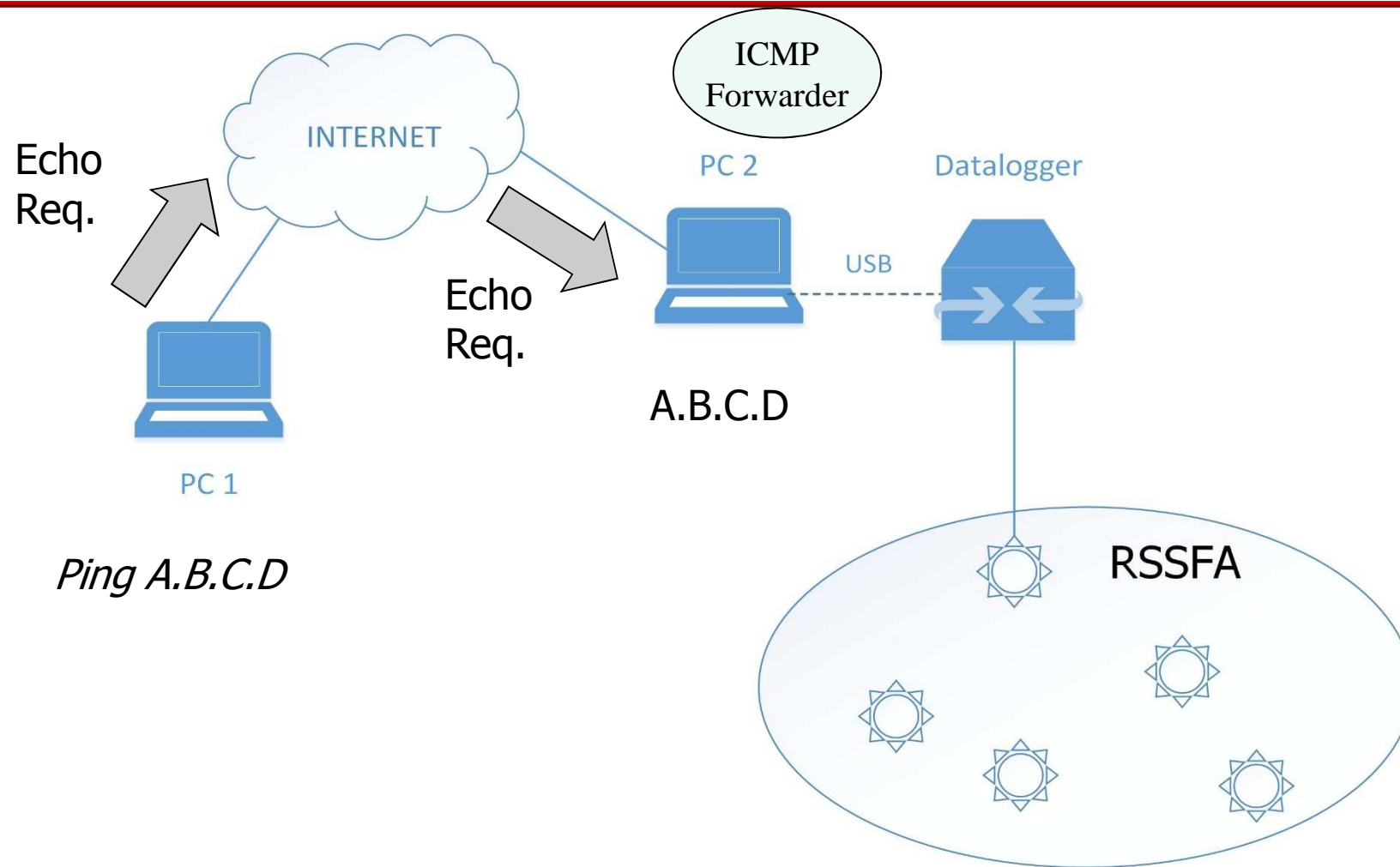
Proposta



Proposta

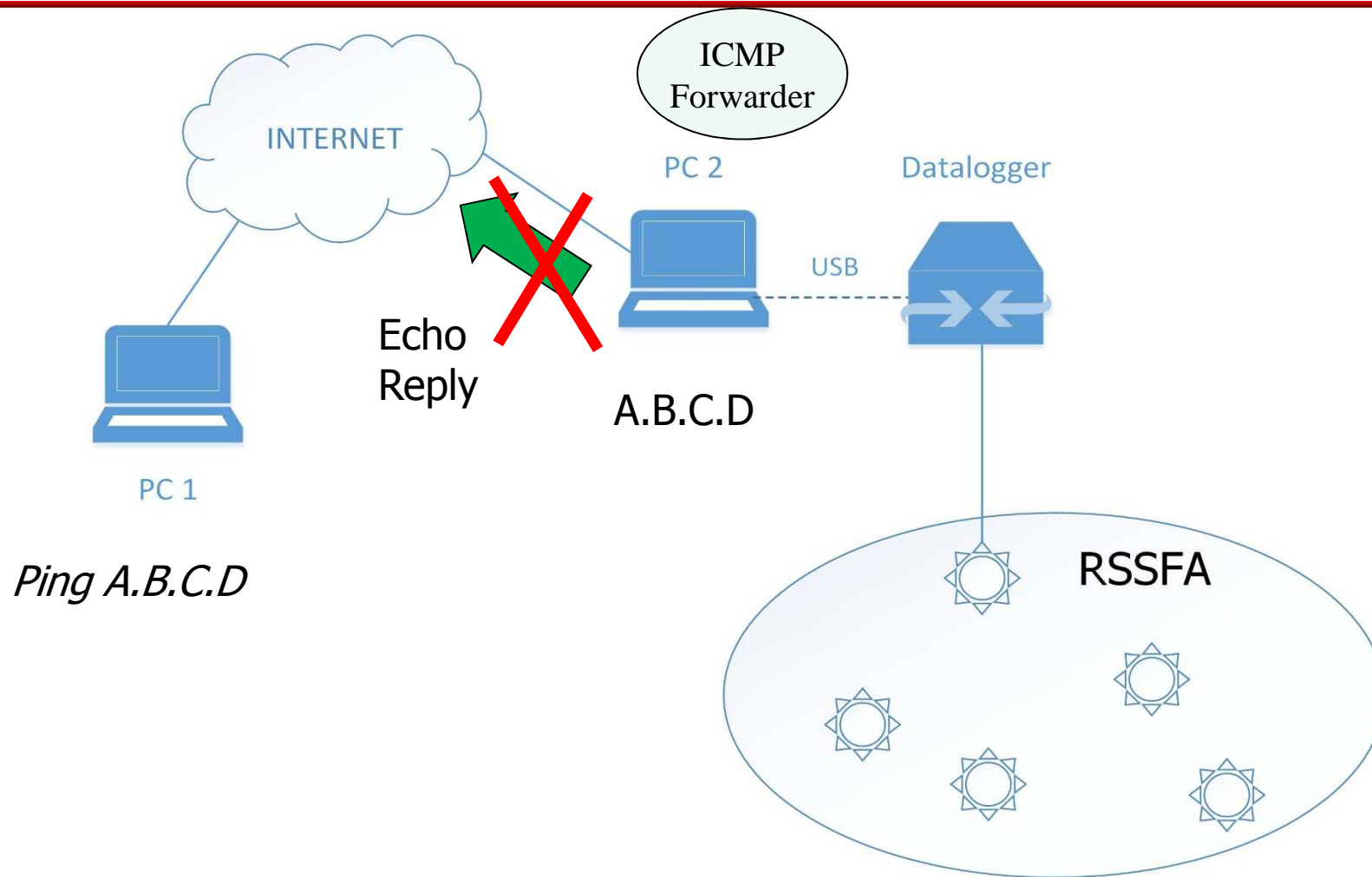


Proposta

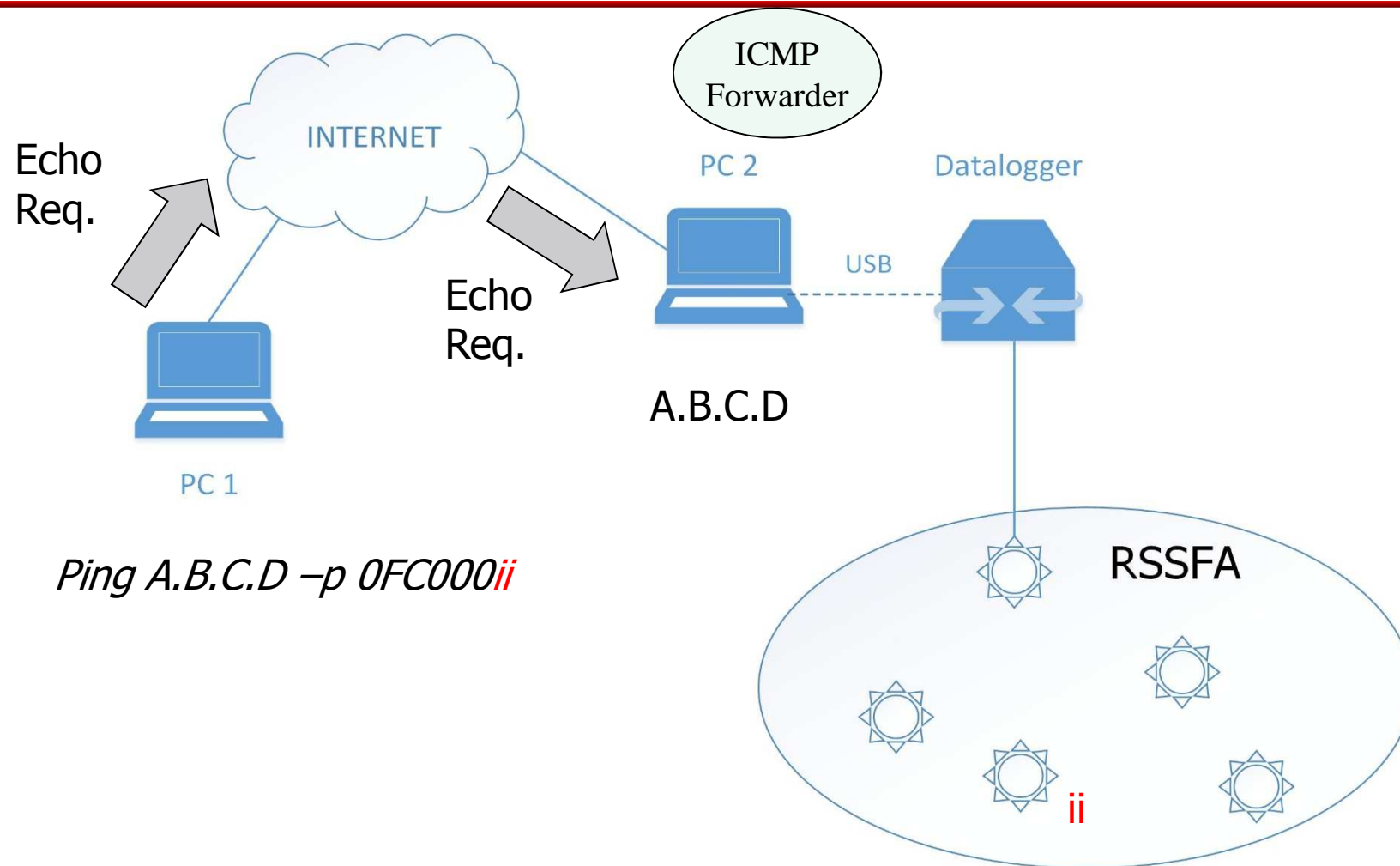


Ping A.B.C.D

Proposta

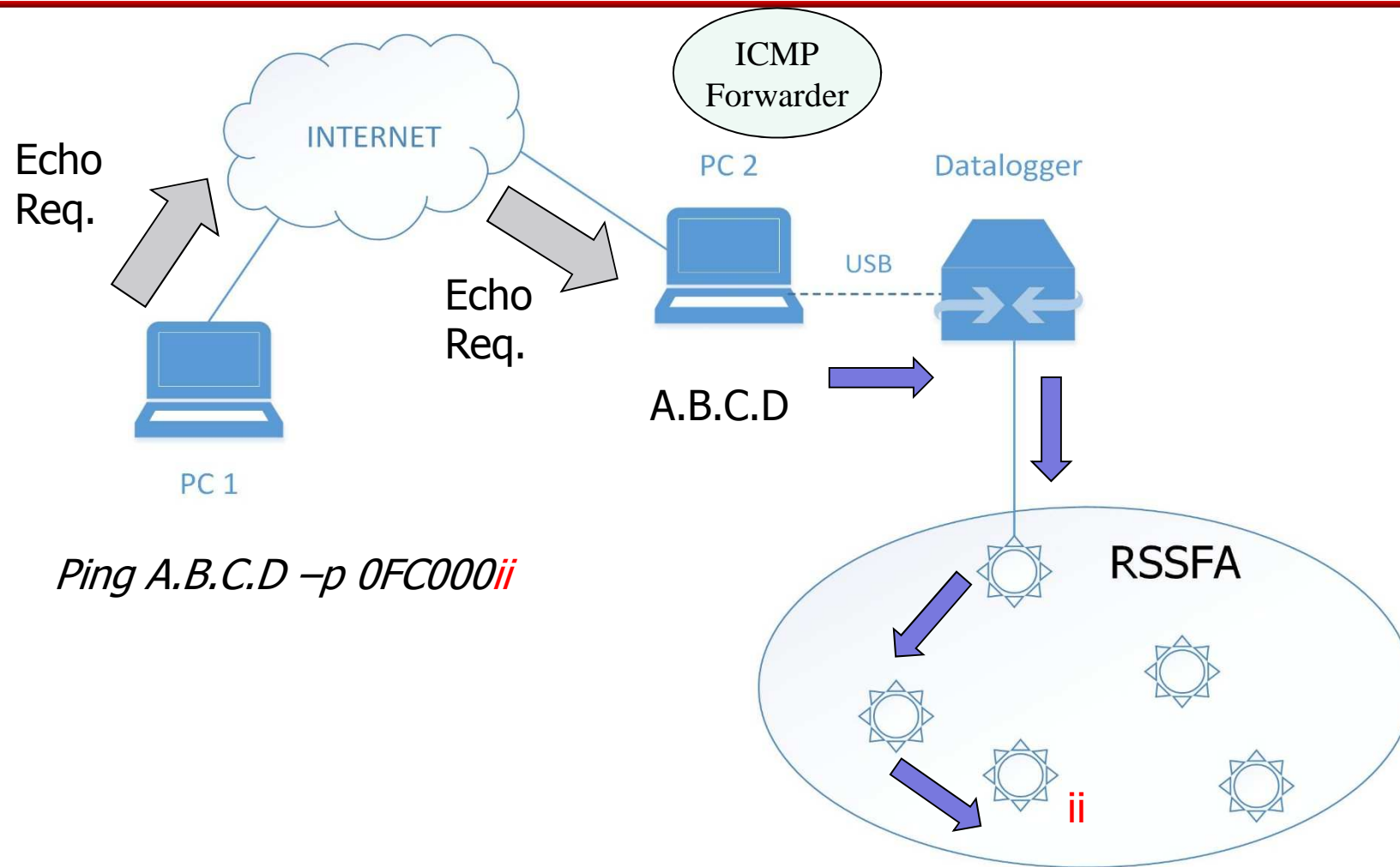


Proposta



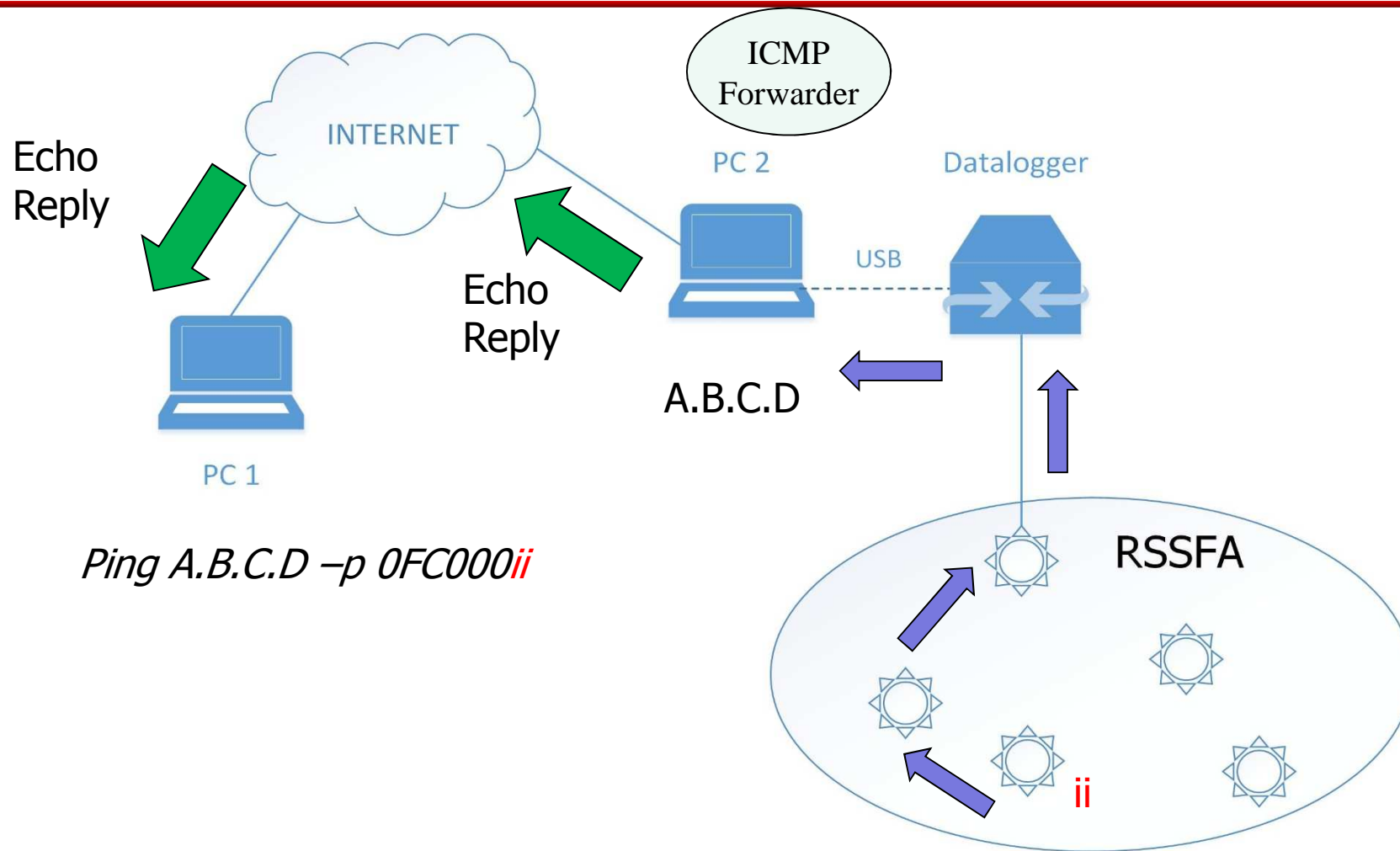
Ping A.B.C.D -p 0FC000ii

Proposta



Ping A.B.C.D -p 0FC000ii

Proposta



Ping A.B.C.D -p 0FC000ii

Testes e Resultados

Testes e Resultados

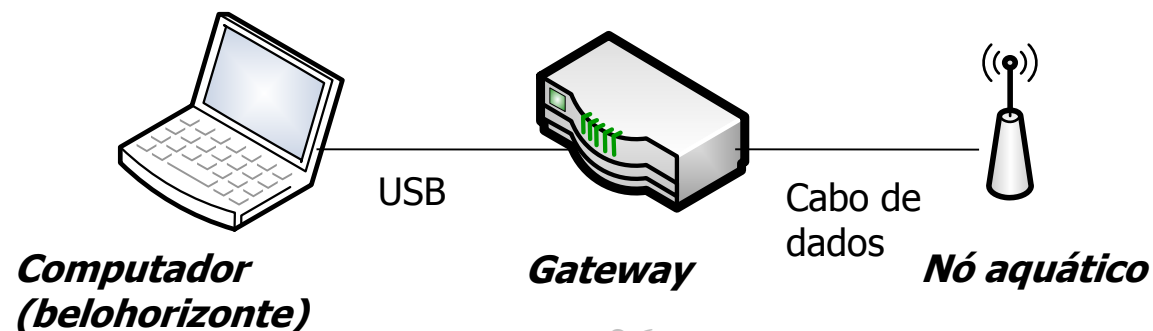
- Configuração e topologia;

Dispositivo	Configuração
Computador	Intel Core i7, 8 GB RAM – Ubuntu 14.04 LTS – com <i>ICMPforwarder</i>
Gateway	Processador MSP430F247 Texas Instruments
Um Nó aquático	Processador MSP430F2274 Texas Instruments

Testes e Resultados

- Configuração e topologia;

Dispositivo	Configuração
Computador	Intel Core i7, 8 GB RAM – Ubuntu 14.04 LTS – com <i>ICMPforwarder</i>
Gateway	Processador MSP430F247 Texas Instruments
Um Nó aquático	Processador MSP430F2274 Texas Instruments



Testes e Resultados

- Ping não direcionado para um dispositivo aquático;

```
eufrates:~> ping belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br -c 1
PING belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83) 56(84) bytes of data.

--- belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 0ms
```

Figura 5. Execução do Ping em um computador.

Fonte: Pingo d'água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Testes e Resultados

- Ping não direcionado para um dispositivo aquático;

```
Listening...
===4: ICMP - Received ===

0:  45 0 0 54 83 29 40 0 3f 1 82 bf 96 a4 6 25
10: 96 a4 2 53 8 0 7 bd 36 a8 0 1 80 7a 2f 58
20: 0 0 0 0 3d f4 d 0 0 0 0 0 10 11 12 13
30: 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23
40: 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33
50: 34 35 36 37
IPv4: hdr-size=20 pkt-size=84 protocol=1 TTL=63 src=150.164.6.37 dst=150.164.2.83
ICMP: type[8/0] checksum[1981] id[13992] seq[1]
Not for RS232...
```



Figura 6. Ping recebido e não redirecionado.

Testes e Resultados

- Ping direcionado para um dispositivo aquático;

```
eufrates:~> ping belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br -c 1 -p 0fc00001
PATTERN: 0x0fc00001
PING belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83) 56(84) bytes of data.
64 bytes from belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83): icmp_seq=1 ttl=63 time=300 ms

--- belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 300.653/300.653/300.653/0.000 ms
```

Figura 7. Disparo do Ping com o parâmetro “-p”.

Fonte: Pingo d’água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Testes e Resultados

- Ping direcionado para um dispositivo aquático;

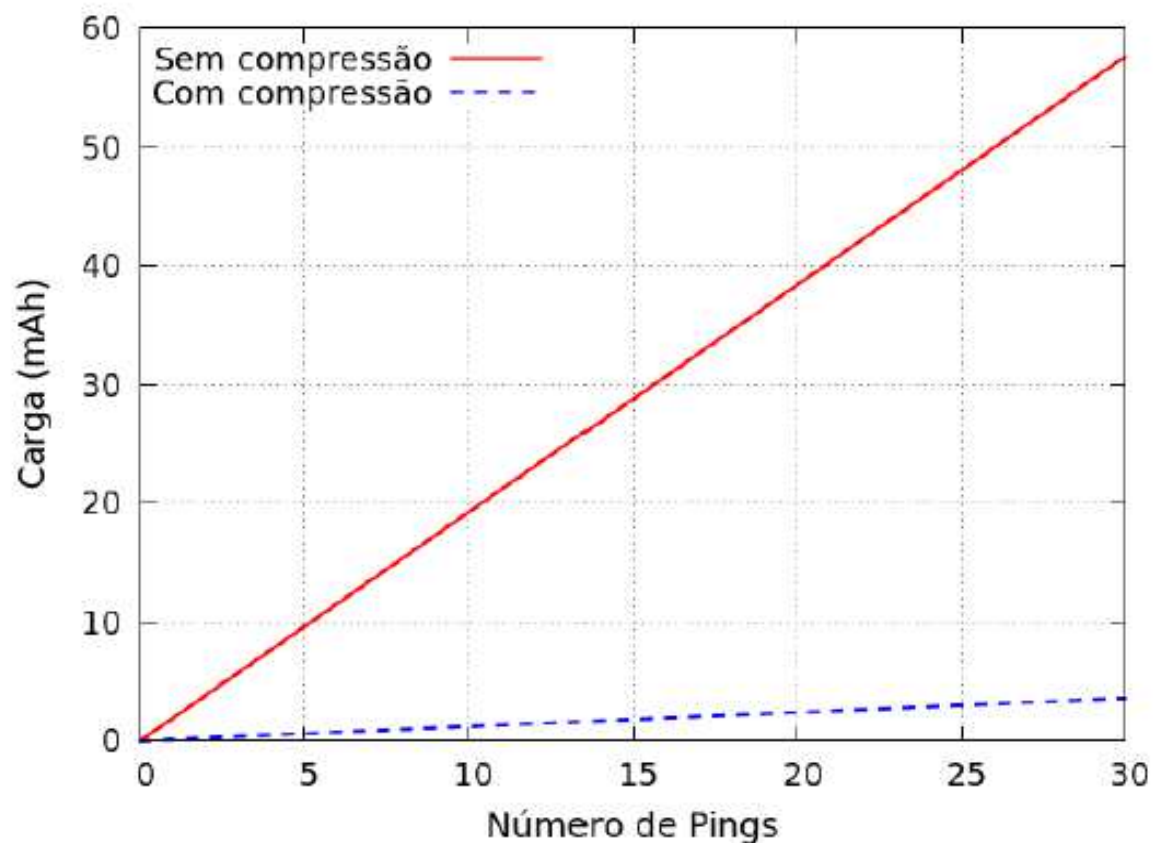
```
===4: ICMP - Received ===  
  
0:  45 00 54 f5 64 00 3f 11 10 e2 96 a4 6 25  
10: 96 a4 2 53 8 0 f3 8 36 bc 0 1 f7 7a 2f 58  
20: 00 00 00 03 dc 6 0 0 0 0 0 f c0 0 1  
30: f c0 0 1 f c0 0 1 f c0 0 1 f c0 0 1  
40: f c0 0 1 f c0 0 1 f c0 0 1 f c0 0 1  
50: f c0 0 1  
IPv4: hdr-size=20 pkt-size=84 protocol=1 TTL=63 src=150.164.6.37 dst=150.164.2.83  
ICMP: type[0/0] checksum[62216] id[14012] seq[1]  
  
Forwarding to RS232.  
-DONE...  
Waiting for COM answer...  
===16: COM - Received ===  
Forwarding answer to host...  
-DONE...  
-----
```



Figura 8. Ping recebido e encaminhado ao Gateway.

Testes e Resultados

- Avaliação de Desempenho: Consumo energético no modem acústico



Consumo Modem acústico:
0,03 mAh/Byte

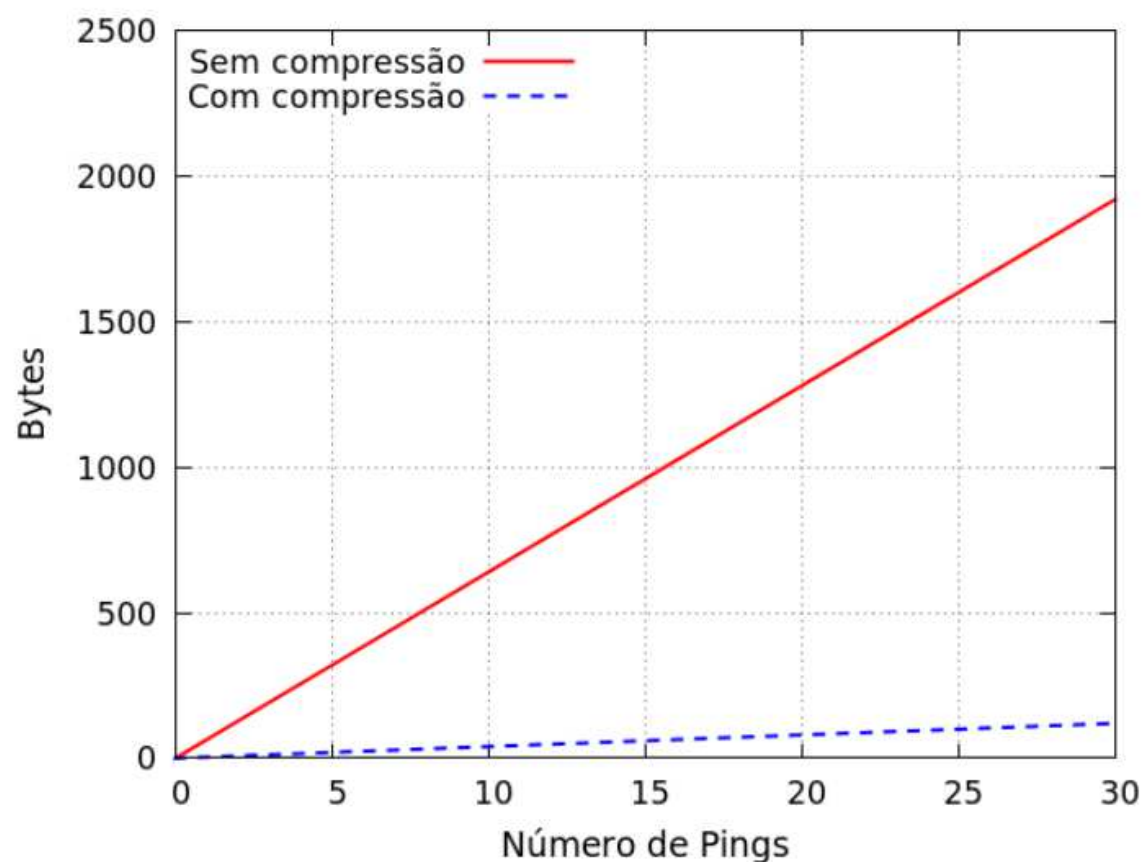
Redução de 93,75 % do
consumo para cada msg
ICMP transmitida.

Fonte: Pingo d'água: ICMP para Internet das
Coisas Aquáticas

Figura 9. Consumo energético do tráfego na Rede Aquática.

Testes e Resultados

- Avaliação de Desempenho: Tráfego



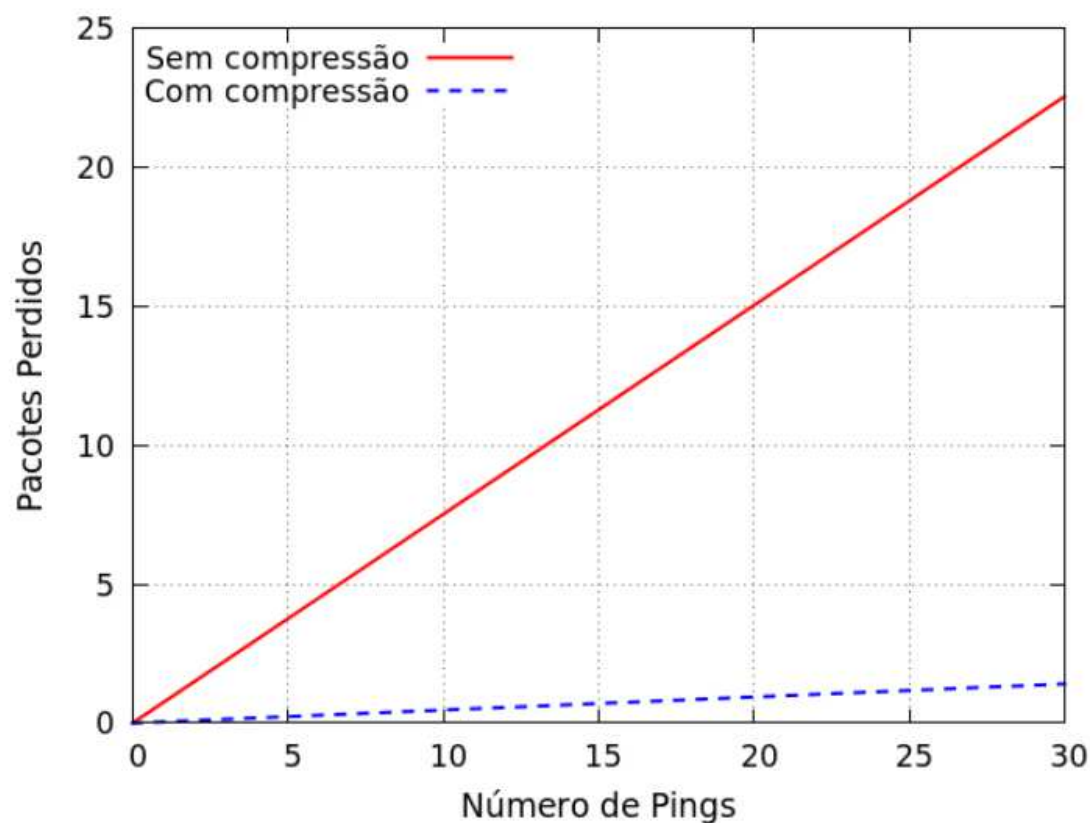
Redução de 60 bytes no tamanho de cada mensagem ICMP.

Fonte: Pingo d'água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Figura 10. Tráfego ICMP na Rede Aquática.

Testes e Resultados

- Avaliação de Desempenho: Perda de pacotes



BER do modem: 0,15 %

Resultado: 4,69 % de perda
(com compressão)

25,04% de perda (sem
compressão)

Fonte: Pingo d'água: ICMP para Internet das
Coisas Aquáticas

Figura 11. Perda de Pacotes na Rede Aquática.

Conclusão

- Objetivo foi alcançado. Mensagens ICMP enviadas de qualquer ponto da Internet podem alcançar os dispositivos aquáticos e responderem;
- O algoritmo de compressão de cabeçalhos apresentado é bastante eficiente na compressão de mensagens *Echo Request* e *Echo Reply* do ICMP;
- A proposta permitiu a redução do consumo de energia, da banda utilizada na comunicação e da perda de pacotes;

Trabalhos Futuros

- Testes com outros cabeçalhos da pilha TCP/IP e testes sobre 6LoWPAN;
- Modificar o ICMPforwarder para não necessitar dos parâmetros adicionais do comando ping para endereçar os dispositivos;
- Integração com DNS para alcançar dispositivos pelo nome;
- Adaptação do trabalho para operação com Wireshark;

Obrigado