Nota de aplicação

Chaves exclusivas para ATSHA204

Características

ÿ Uso do número de série exclusivo Atmel® ATSHA204 e uma chave raiz para criar um Chave Única (Chave Diversificada)

ÿ Configurando o ATSHA204 com Chaves Únicas ÿ

Autenticando a Chave Única usando um Host ATSHA204 contendo a Chave Raiz ÿ Descrição da Calculadora de Chave Diversificada em ACES (Atmel Crypto Evaluation Estúdio)

ÿ Demonstração de validação de Host usando o comando DeriveKey ÿ

Demonstração de validação de Host usando o comando GenDig ÿ

Pseudo Código para validação de Host — para sistemas que não possuem um Host ATSHA204

Descrição

Uma chave exclusiva pode ser criada para cada cliente com base em seu número de série e uma chave raiz. Isso é conhecido como diversificação de chaves. Como cada dispositivo cliente é programado com um segredo exclusivo, a chave diversificada tem menos valor para um invasor.

Este passo a passo configurará o dispositivo ATSHA204 com uma chave diversificada com base na combinação criptográfica de uma chave raiz com o número de série ATSHA204, que é garantido como exclusivo. Depois de configurar a Chave Diversificada, este passo a passo continuará com um passo a passo para gravar essa Chave Diversificada no dispositivo Cliente.

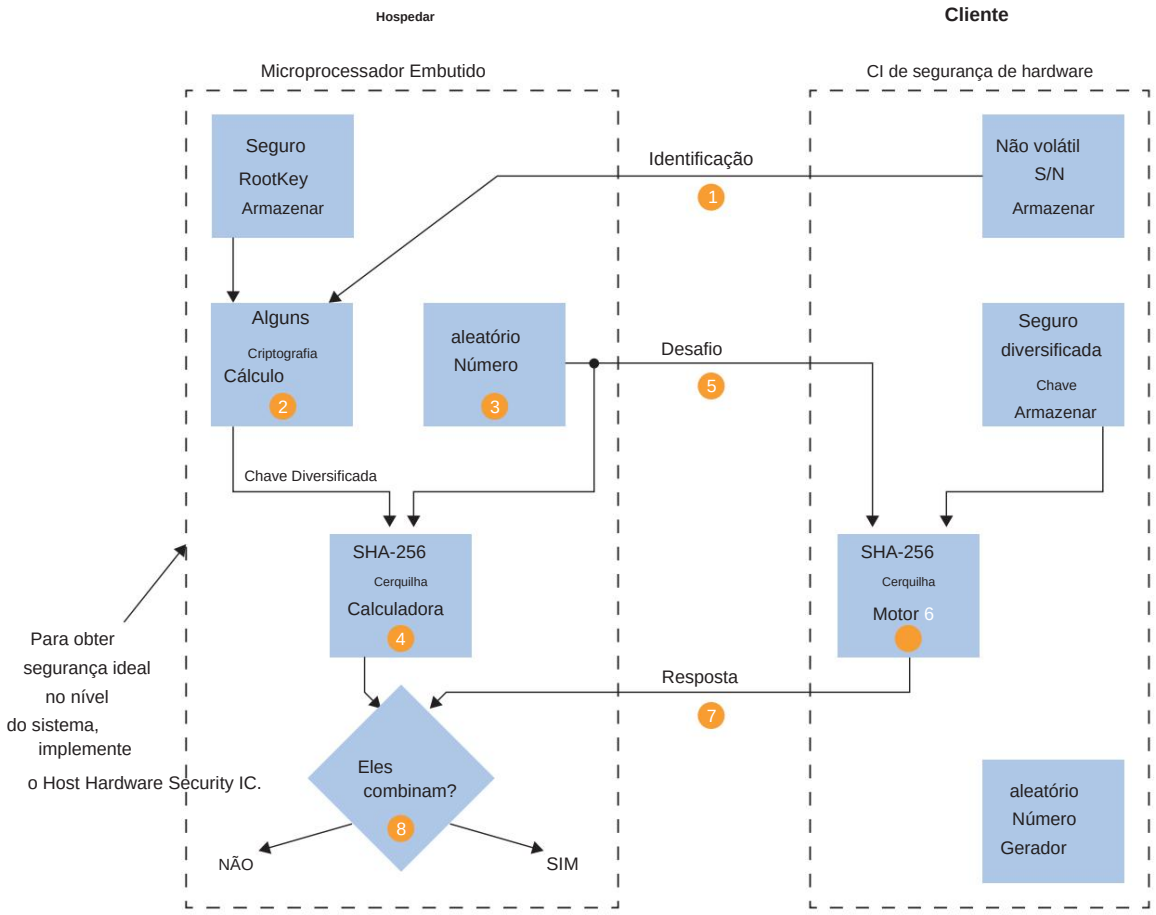
Depois que o cliente é configurado, uma explicação de como um sistema pode validar a chave configurada executando um MAC no cliente diversificado e comparando o resumo resultante com o resumo gerado por um cálculo criptográfico equivalente usando o número de série do cliente e a chave raiz.

Uma demonstração de como o comando GenDig ou o comando DeriveKey pode ser usado por um dispositivo host ATSHA204 para validar a chave diversificada do cliente ATSHA204 também será resumida.

1. Descrição Chave Diversificada

Conforme mostrado na Figura 1-1, o Host autentica uma Chave Diversificada do Cliente usando a Chave Raiz que foi usada para calcular a Chave Diversificada do Cliente. O cálculo da chave diversificada combina criptograficamente o número de série do cliente com a chave raiz armazenada no host. Como as Chaves Diversificadas são baseadas em uma Chave Raiz, o Host só precisa saber o Número de Série do Cliente para validar a Chave Diversificada do Cliente.

Figura 1-1. O host autentica uma chave diversificada de cliente usando a chave raiz



Cada cliente tem uma chave exclusiva - a perda de uma não compromete todas

2. Passos passo a passo

As etapas nesta seção descrevem o processo de configuração e autenticação de chaves diversificadas.

2.1 Configuração do Dispositivo

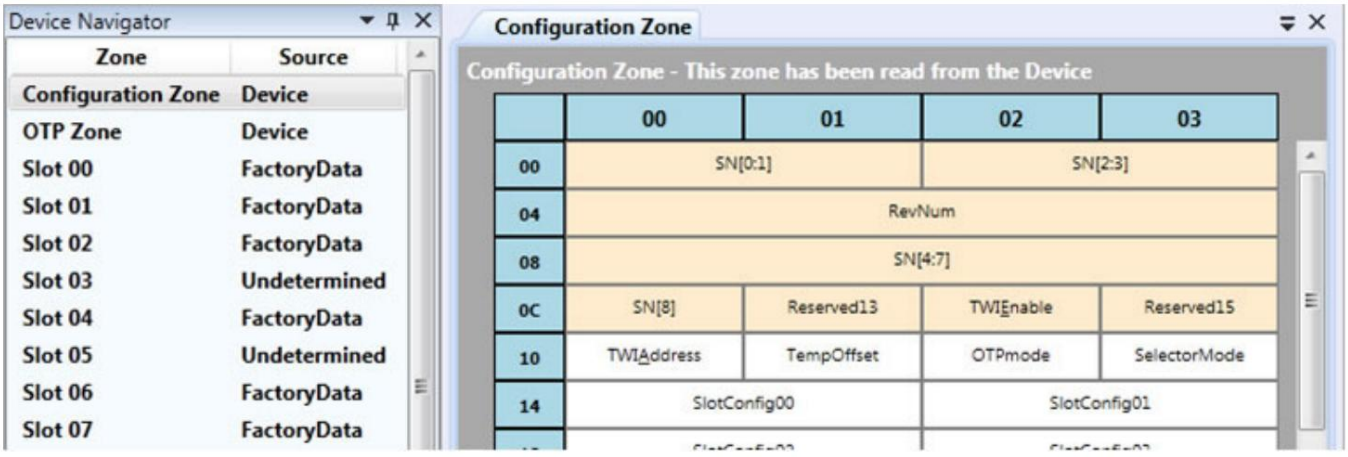
Para este passo a passo, comece configurando a zona de configuração no dispositivo ATSHA204. Esta configuração atuará como Host e Cliente ATSHA204. Essa configuração usa um único dispositivo para demonstrar os conceitos; em um sistema real, o dispositivo host seria separado. A Tabela 2-1 fornece os bytes de descrição e configuração para cada slot usado.

Tabela 2-1. Configurações de slot

Título do espaço	Descrição	Configuração do Slot
00 Cliente Chave Diversificada	**Slot do Cliente:** Este slot será diversificado usando o Número de Série e a Chave Raiz do Host.	Leia – É Segredo Escreva – Nunca Bytes – 8F 8F
01 Destino do host	**Slot do Host:** Este é o slot de destino definido para o comando DeriveKey.	Read – É secreto, CheckOnly Write – DeriveKey (pai 2) Bytes - 9F 32
02 Chave Raiz do Host	**Raiz usada para diversificação de chaves:** Use o Comando DeriveKey para verificar a Chave Diversificada do Cliente. Esta chave deve ser programada no Host ATSHA204.	Leia – É Segredo Escreva – Nunca Bytes – 8F 8F
03 Chave Raiz do Host	**Raiz usada para diversificação de chaves:** Use o Comando GenDig para verificar a Chave Diversificada do Cliente. Esta chave deve ser programada no Host ATSHA204.	Read – É secreto, CheckOnly Escreva – Nunca Bytes - 9F 8F

1. Inicie o ACES Configuration Environment (CE) com um dispositivo ATSHA204 *desbloqueado* (use um AT88CK101 ou um kit de desenvolvimento AT88CK454).
2. Selecione ***Zona de configuração*** no ***Navegador de dispositivo ,*** conforme mostrado na Figura 2-1.

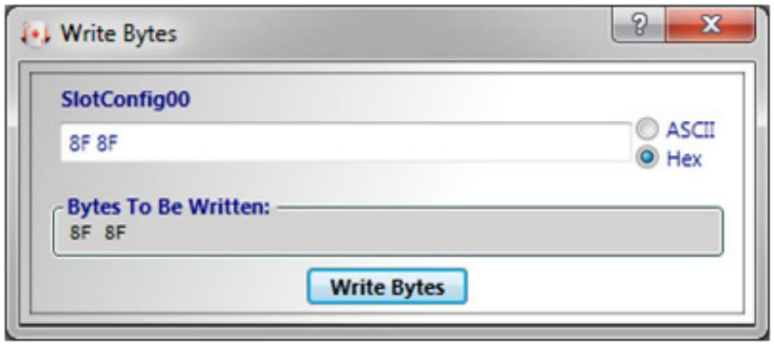
Figura 2-1. Selecione a zona de configuração



3. Clique no local de memória ***SlotConfig00*** no mapa de memória.

4. A caixa de diálogo ***Write Bytes*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-2.

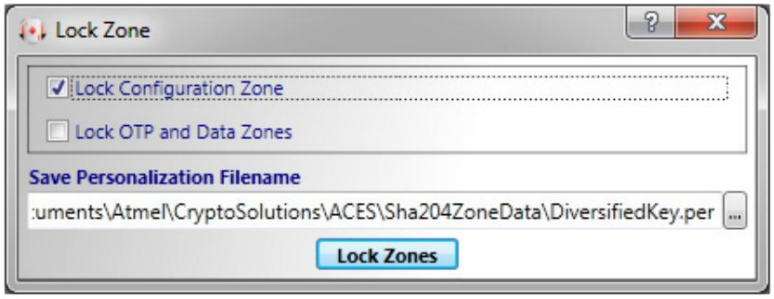
Figura 2-2. Caixa de Diálogo Write Bytes — SlotConfig00



5. Digite a configuração do Slot 00 no campo ***SlotConfig00*** da Tabela 2-1 **(8F** 8F). • Repita para Slot 01 **(9F** 32). • Repita para o Slot 02 **(8F** 8F). • Repita para o Slot 03 **(9F** 8F).

6. Bloqueie a zona de configuração.
   - Selecione ***Ferramentas*** > ***Bloquear zonas*** no menu.
   - A caixa de diálogo ***Lock Zone*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-3. • Marque a caixa de seleção ***Bloquear zona de configuração*** e clique no botão ***Bloquear zonas .*** • A mensagem ***Bloqueio bem-sucedido*** será exibida.

Figura 2-3. Caixa de Diálogo de Zona de Bloqueio



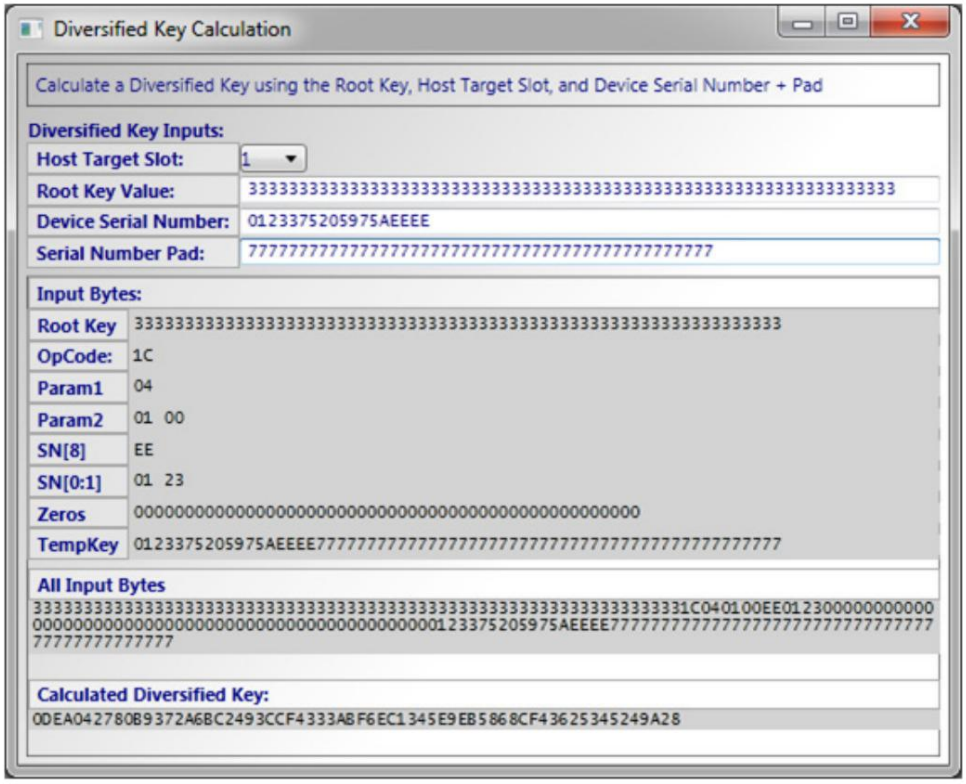
7. Inicie a caixa de diálogo ***Cálculo de chaves diversificadas .***
   - Selecione ***Ferramentas*** > ***Calcular Chaves Diversificadas*** no menu. •

   A caixa de diálogo ***Cálculo de chave diversificada*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-4.

   Observação: esta caixa de diálogo atualiza dinamicamente a chave diversificada calculada à medida que as entradas são modificadas.

   - O cálculo usado para esta caixa de diálogo é definido pelo comando DeriveKey.

Figura 2-4. Caixa de Diálogo de Cálculo de Chave Diversificada



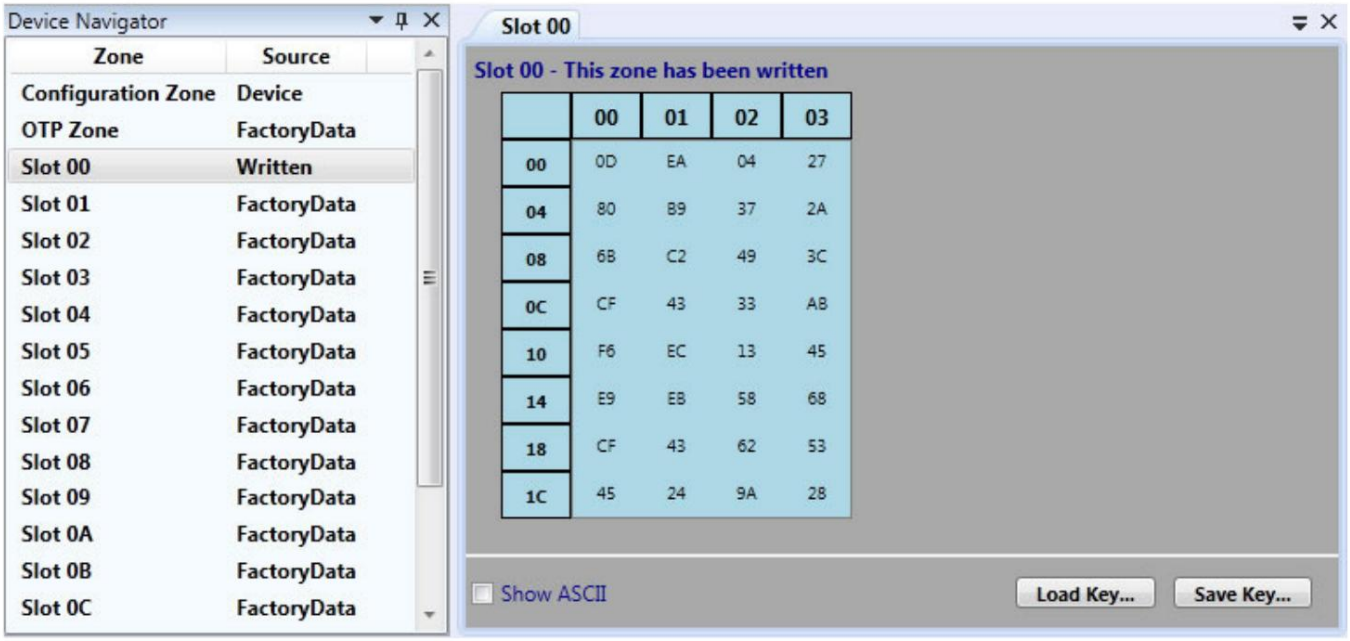
8. Configure as ***Entradas Chave Diversificadas*** de acordo com a configuração mostrada na Tabela 2-1. • Defina o ***slot de destino do host*** como 1. • Defina o ***valor da chave raiz*** como três (use um segredo exclusivo aqui, se tiver um). • O ***número de série do dispositivo*** será lido do dispositivo e pré-carregado.
   - Defina o ***teclado numérico de série*** para sete (qualquer teclado serve. Normalmente, todos os zeros).
9. Os ***Bytes de entrada*** referem-se aos bytes que serão passados para o mecanismo Atmel ATSHA256.
   - Os bytes e a ordem dos bytes são definidos no comando GenDig. • A TempKey é o SN + SnPad que pode ser inicializado com o comando Nonce.
10. A Chave Diversificada calculada é o resultado que deve ser gravado na Chave Diversificada do Cliente (Slot 00).

    Observação: esse cálculo combina criptograficamente a chave raiz e o número de série do dispositivo.

    - Deixe a caixa de diálogo ***Cálculo de chave diversificada*** aberta para uso posterior.

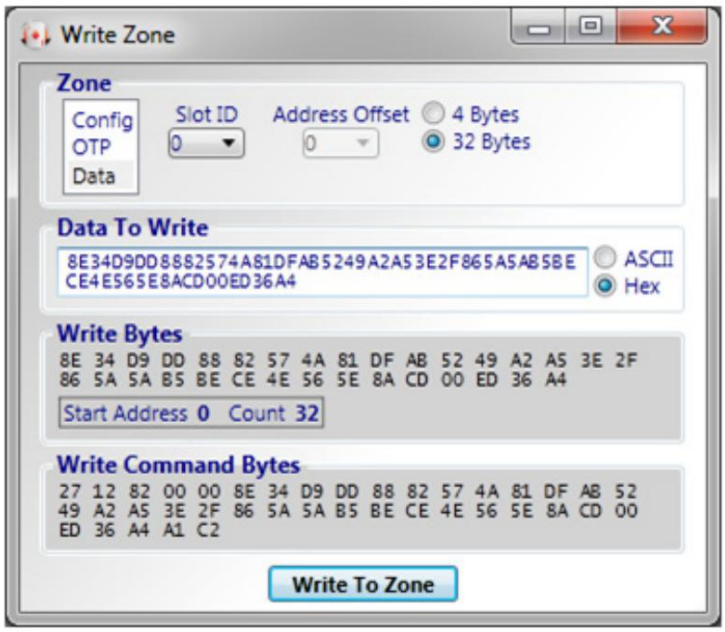
11. Selecione ***Slot 00*** no ***Device Navigator ,*** conforme mostrado na Figura 2-5.

Figura 2-5. Slot 00 mostrando dados-chave diversificados



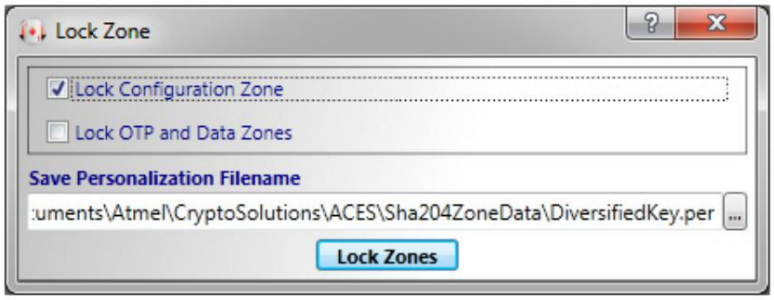
12. Configuração do Cliente — Grave a Chave Diversificada calculada no Slot 00 do ATSHA204.
    - Clique três vezes nos dados Calculated Diversified Key na caixa de diálogo ***Calculated Diversified Key*** para selecionar todos os dados.
    - Copie os dados para a área de transferência.
    - Clique em qualquer local na zona de memória. A caixa de diálogo ***Write Zone*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-6.
    - Cole os dados Chave Diversificada no campo ***Dados a Gravar .***
    - Clique no botão ***Write To Zone .***
13. Configuração do host — Grave a chave raiz no slot 02 e no slot 03 do ATSHA204. Siga estas etapas para escrever a chave raiz (todos os três ou chave única) que foi usada para gerar a chave diversificada. • Clique em qualquer local na zona de Memória do Slot 02. A caixa de diálogo ***Write Zone*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-6.
    - Cole os dados da chave raiz (todos os três ou chave exclusiva) no campo ***Dados a serem gravados .***
    - Clique no botão ***Write To Zone .***
    - Repita essas etapas de Gravação para o Slot 03.

Figura 2-6. Caixa de Diálogo Write Zone — Write Slot 00



14. Bloqueie as zonas OTP e Data.
    - Selecione o menu ***Ferramentas*** > ***Bloquear zonas .***
    - A caixa de diálogo ***Lock Zone*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-7. • Selecione a caixa de seleção ***Lock OTP and Data Zones*** e clique no botão ***Lock Zones .***
    - A mensagem ***Bloqueio bem-sucedido*** será exibida.

Figura 2-7. Caixa de Diálogo de Cálculo de Chave Diversificada



2.2 Validando a Chave Diversificada

A Chave Diversificada agora foi configurada no Cliente (Slot 00).

Nota: A Chave Diversificada *usa* a Chave Raiz no cálculo criptográfico que a gerou — o Cliente não precisa *ter* o RootKey programado nele.

DiversifiedKey = SHA256(RootKey, SerialNumber, ...)

Além disso, quando o Host tem conhecimento da RootKey, apenas o SerialNumber precisa estar disponível para gerar a DiversifiedKey. Como o SerialNumber pode ser lido de cada Cliente ATSHA204, o Host pode validar a Chave Diversificada de várias maneiras diferentes:

ÿ Usando o comando DeriveKey em um ATSHA204 programado com a Root Key (por exemplo, Slot 02). ÿ Utilizando o comando GenDig em um ATSHA204 programado com a Root Key (ex. Slot 03). ÿ Usando o código do sistema que tem acesso à chave raiz. Para a maioria dos sistemas, esta técnica *não* é recomendada.

Cada uma dessas validações da Chave Diversificada será demonstrada.

2.2.1 Pseudocódigo de Validação

A primeira técnica de validação que será examinada é o Pseudo Code Host. Esta técnica *não* é recomendada, pois na maioria dos sistemas, a chave raiz deve ser usada em claro e não pode ser armazenada com segurança no firmware. Esta seção é útil para microprocessadores seguros e para ilustrar os cálculos que são executados internamente no ATSHA204.

Pseudocódigo de validação de chave diversificada — Código do sistema com RootKey

```
// Inicializa a comunicação sha204p_init();

// Definir o dispositivo cliente
sha204p_set_device_id(CLIENT_ID);

// Ativa o ATSHA204 sha204c_wakeup();

// Protótipo da Função: resultBuf = sha204m_execute(command, param1, param2, data)

// Lê os primeiros 32 bytes da zona de configuração para obter o número de série do cliente snRead =
sha204m_execute(SHA204_READ, 0x80, 0x00, 0x00);

// Analisa o SerialNumber do cliente serialNumber =
snRead[0:3] + snRead[8:12];

// Gera um número aleatório no Host para o desafio de 32 bytes randChal =
sha204m_execute(SHA204_RANDOM, 0x00, 0x0000, null);

// Execute um comando MAC no ATSHA204 e salve o resumo param1Mac = 0x00; param2Mac
= [00, 00]; deviceDigest =
sha204m_execute(SHA204_MAC,
param1Mac, param2Mac, randChal);
```

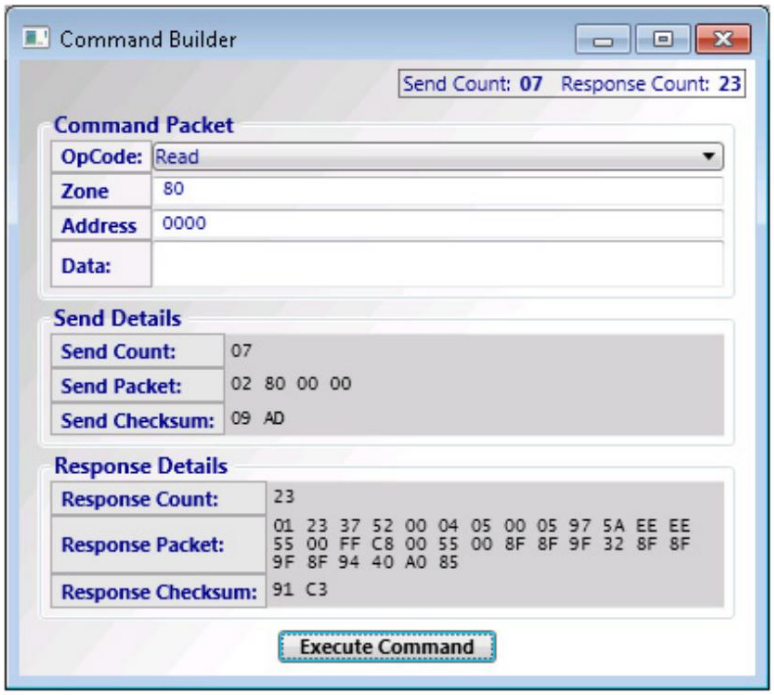
```
// Calcula a chave diversificada usando o cálculo DeriveKey e um soft SHA 256

rootKey =          ... // Segredo de 32 bytes aqui
opCodeDk = 0x1C;
param1 = 0x04;
param2 = ... // ID do slot de 2 bytes aqui (ordem de byte LSB 0x0X 00) sn8 = ... // 1 byte SN[8] aqui

sn01 =      ... // 2 bytes SN[0:1] aqui
zeros =       ... // 25 bytes de 0's aqui ... // 23 bytes de
snPad =      pad aqui divKey =

sha256(rootKey+opCode+param1+param2+sn8+sn01+zeros+serialNumber+snPad);

// Executa um MAC na chave diversificada calculada // usando o cálculo do
comando ATSHA204 MAC e um soft SHA-256 opCodeMac = 0x08; otpZeros = [00, 00, 00, 00, 00, 00, 00,
00, 00, 00, 00, 00, 00]; //
13 bytes de
zeros
sn23 = [00, 00]; // 2 bytes SN[2:3], usa zeros sn47 = [00, 00, 00, 00]; // 4
bytes SN[4:7], use zeros macBytes =

divKey+randChal+opCodeMac+param1Mac+param2Mac+otpZeros+sn8+sn47+sn01+sn23; softDigest = sha256(macBytes);


// Compara os resumos resultantes do ATSHA204 e do soft MAC match = deviceDigest == softDigest;
```

2.2.2 Leia o número de série do cliente e execute o comando MAC

Os próximos dois métodos envolvem o uso do ACES com a Etapa 1.; leia o SerialNumber e o Passo 2.; execute o Comando MAC no slot de Chave Diversificada.

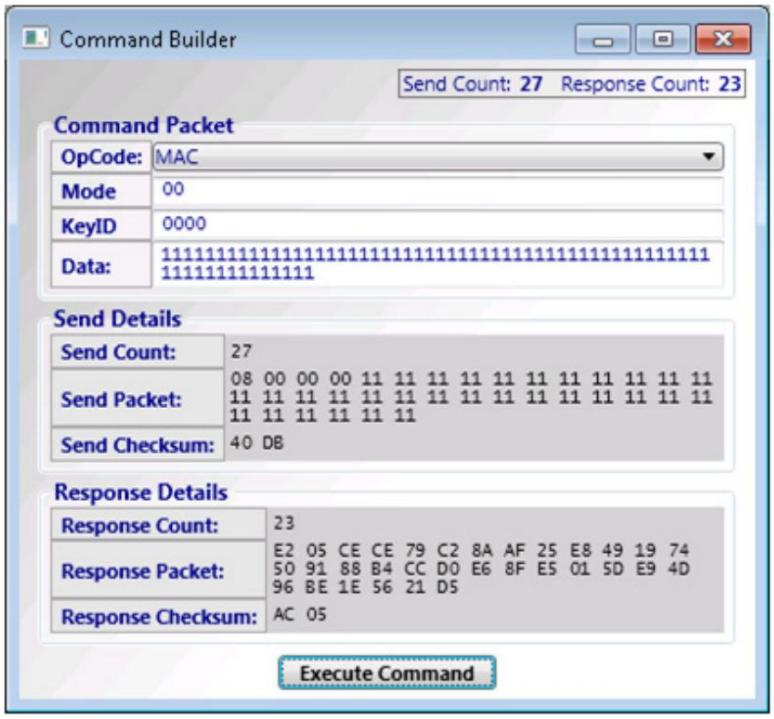
1. Execute Read — Leia o número de série
   - Selecione o menu ***Ferramentas*** > ***Construtor de comandos .***
   - A caixa de diálogo ***Command Builder*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-8. • Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***Ler .*** • Defina a ***zona*** para **80** (= 00 e 80) que indica 32 bytes lidos da zona de configuração.
   - Defina o ***endereço*** como **0000.**
   - Clique no botão ***Executar Comando .***
   - O campo ***Pacote de Resposta*** conterá os bytes que foram lidos.
2. Isole o SerialNumber.
   - O número de série de nove bytes são os bytes [0:3] e [8:12]. • Para este exemplo: 0123375205975AEEEE.

Figura 2-8. Ler SerialNumber — Construtor de Comandos



3. Execute MAC — Obtenha o Digest para o slot Diversified Key.
   - Deixe a caixa de diálogo ***Construtor de comandos*** aberta.
   - Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***MAC .***
   - Defina o ***Modo*** como **00.**
   - Defina o ***KeyID*** como **0000.**
   - Defina os ***Dados*** para o desafio de entrada (todos aqui).
   - Clique no botão ***Executar Comando .***
   - O campo ***Pacote de resposta*** conterá o resumo.

Figura 2-9. MAC — Construtor de comandos

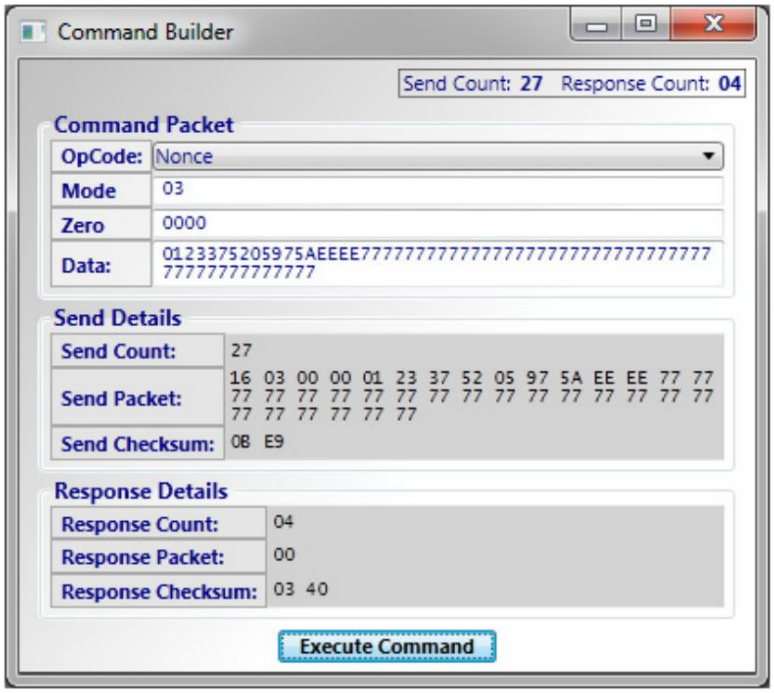


2.3 Validar usando o comando GenDig

Para validar o Cliente, siga os seguintes passos utilizando o Comando GenDig. Esta sequência representa a sequência do Host que será realizada para validar o Cliente.

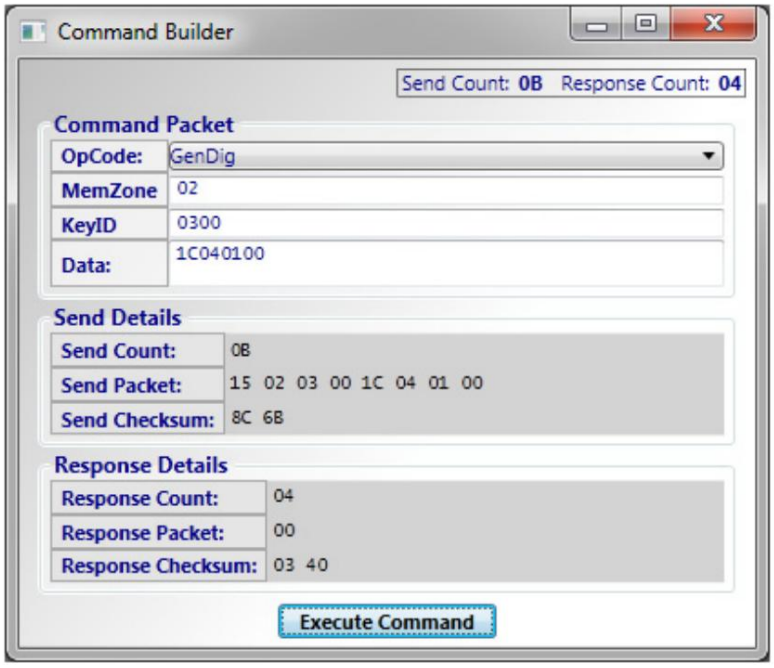
1. Execute Nonce — Inicialize TempKey com SerialNumber + SnPad.
   - Selecione o menu ***Ferramentas*** > ***Construtor de comandos .***
   - A caixa de diálogo ***Command Builder*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-10. • Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***Nonce .*** • Defina o ***modo*** como **03 ,** que indica o modo de passagem.
   - Defina os ***dados*** como SerialNumber + SnPad.
   - Clique no botão ***Executar Comando .***
   - O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando sucesso.

Figura 2-10. Nonce — Construtor de comandos



2. Execute GenDig — Inicialize TempKey com a Chave Diversificada.
   - Deixe a caixa de diálogo ***Construtor de comandos*** aberta.
   - Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***GenDig .***
   - Defina ***MemZone*** como **02 ,** que indica a zona de dados.
   - Defina ***KeyID*** como **0300** (LSB). Este é o slot do Host configurado para validação GenDig da Chave Diversificada.
   - Defina os ***dados*** como **1C040100.** Este é ***o OtherData*** para GenDig que torna o cálculo de criptografia o mesmo que DeriveKey.
   - Clique no botão ***Executar Comando .***
   - O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando sucesso.

Figura 2-11. GenDig — Construtor de comandos



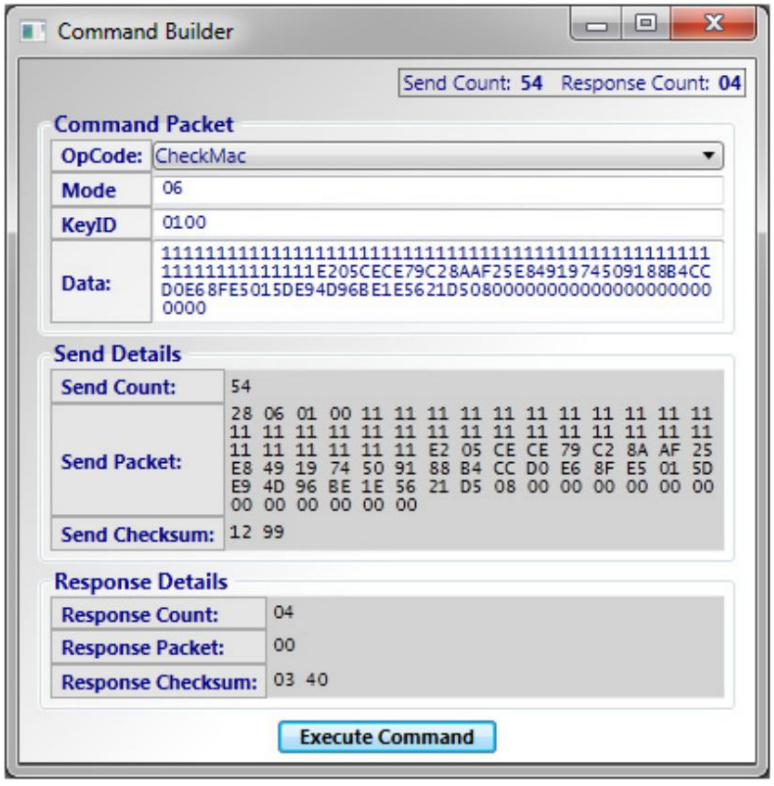
3. Execute CheckMac — Compare Client Digest com o MAC da Diversified Key calculada (agora em TempKey). • Deixe a caixa de diálogo ***Construtor de comandos*** aberta. • Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***CheckMac .*** • Defina o ***Modo*** como **06** (= 04 e 02). Use TempKey e corresponda ao sinalizador de origem TempKey. • Defina ***KeyID*** como **0100.** Esse valor é ignorado pelo CheckMac ao usar TempKey. • Defina os ***Dados*** como Desafio + Resposta + OutrosDados.

   ÿ Desafio = Todos. ÿ Resposta = Resumo do resultado do comando MAC do cliente. ÿ OtherData = 08 (MAC OpCode) + 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 (12 bytes de 00).

   • Clique no botão ***Executar Comando .***

   • O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando que os resumos correspondem.

Figura 2-12. CheckMac — Construtor de comandos

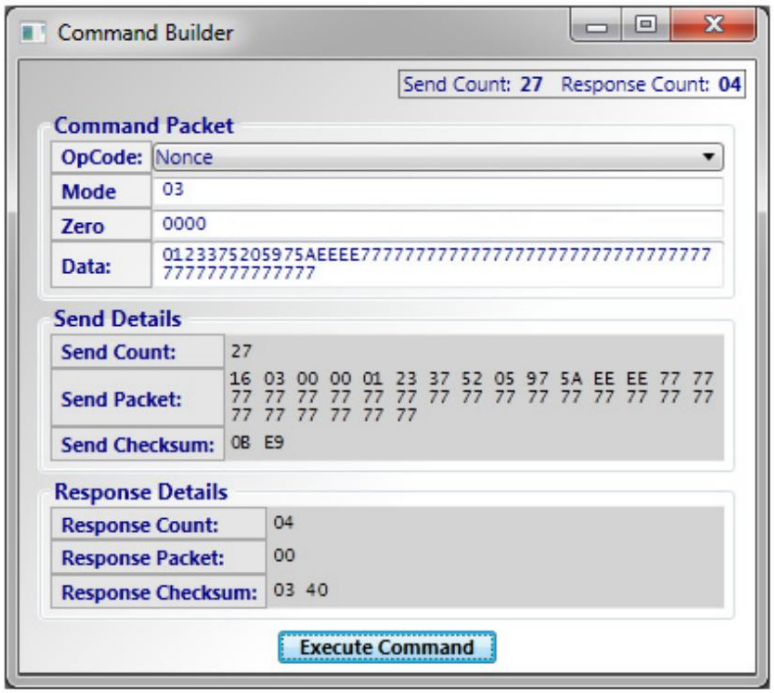


2.4 Validar usando o comando DeriveKey 1.

Execute Nonce — Inicialize TempKey com SerialNumber + SnPad.

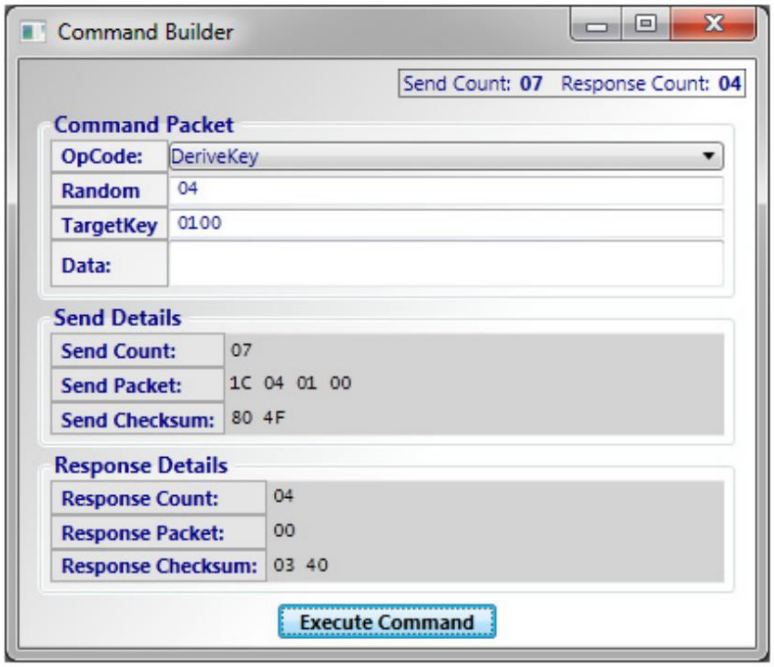
- Selecione o menu ***Ferramentas*** > ***Construtor de comandos .***
- A caixa de diálogo ***Command Builder*** será exibida conforme mostrado na Figura 2-13. • Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***Nonce .*** • Defina o ***modo*** como **03,** que indica o modo de passagem.
- Defina os ***dados*** como SerialNumber + SnPad.
- Clique no botão ***Executar Comando .***
- O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando sucesso.

Figura 2-13. Nonce — Construtor de comandos



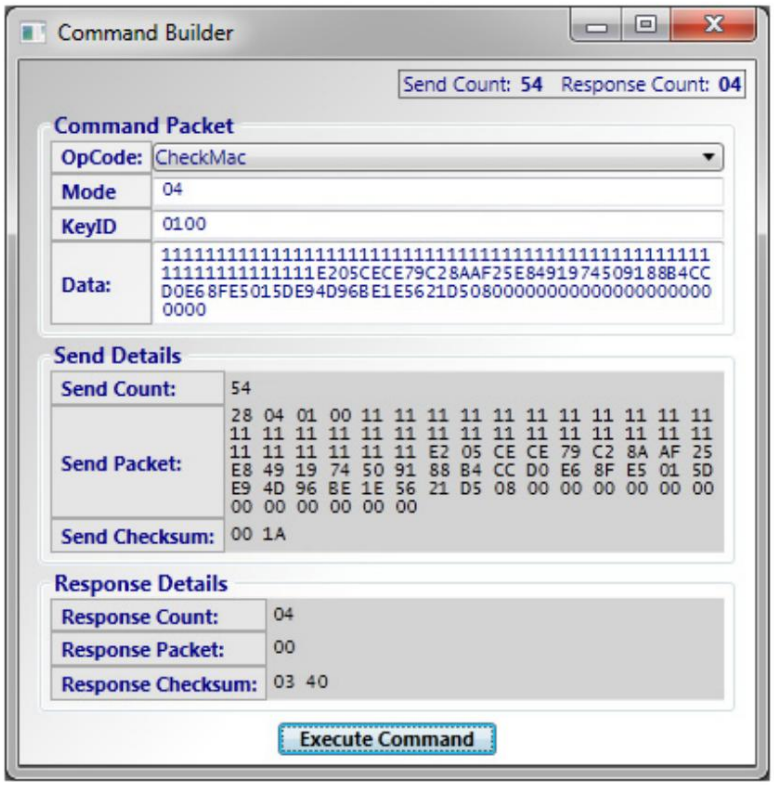
2. Execute DeriveKey — Grave a chave diversificada do cliente em um slot no host. • Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***DeriveKey .*** • Defina ***Random*** como **04.** Isso corresponde ao sinalizador de origem TempKey do modo de passagem. • Defina ***TargetKey*** como **0100** (LSB). Este slot de Host está configurado para um destino DeriveKey.
   • Clique no botão ***Executar Comando .***
   • O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando sucesso.

Figura 2-14. DeriveKey — Construtor de comandos



3. Execute CheckMac — Compare Client Digest com o MAC da Diversified Key derivada (agora no Slot 01).
   - Deixe a caixa de diálogo ***Construtor de comandos*** aberta.
   - Na lista suspensa ***OpCode ,*** selecione o comando ***CheckMac .***
   - Defina o ***Modo*** como **06** (= 04 e 02). Use TempKey e corresponda ao sinalizador de origem TempKey.
   - Defina ***KeyID*** como **0100.** Esse valor é ignorado pelo CheckMac ao usar TempKey.
   - Defina os ***Dados*** como Desafio + Resposta + OutrosDados.
     - ÿ Desafio = Todos. ÿ Resposta = Resumo do resultado do comando MAC do cliente. ÿ OtherData = 08 (MAC OpCode) + 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 (12 bytes de 00).
   - Clique no botão ***Executar Comando .***
   - O campo ***Pacote de resposta*** conterá **00,** indicando que os resumos correspondem.

Figura 2-15. CheckMac — Construtor de comandos



3. Histórico de revisões

documento não	Data	Comentários
8841A	04/2013	Liberação inicial do documento.

Atmel Corporation 1600 Technology Drive, San Jose, CA 95110 EUA **T:** (+1)(408) 441.0311 **F:** (+1)(408) 436.4200 | **www.atmel.com**