

TAP – Ferramenta de teste e depuração de software embarcado

Rita de Cássia Cazu Soldi
Antônio Augusto Fröhlich

– SBESC 2013 –

III Simpósio Brasileiro de Engenharia de Sistemas Computacionais
Universidade Federal Fluminense – Niterói/RJ

08 de novembro de 2013

Agenda



- Contextualização
 - O problema na hora de testar

- Experimentos
 - Ambiente integrado de teste e depuração
 - TAP - Troca automática de parâmetros de configuração

- Resultados

- Conclusões

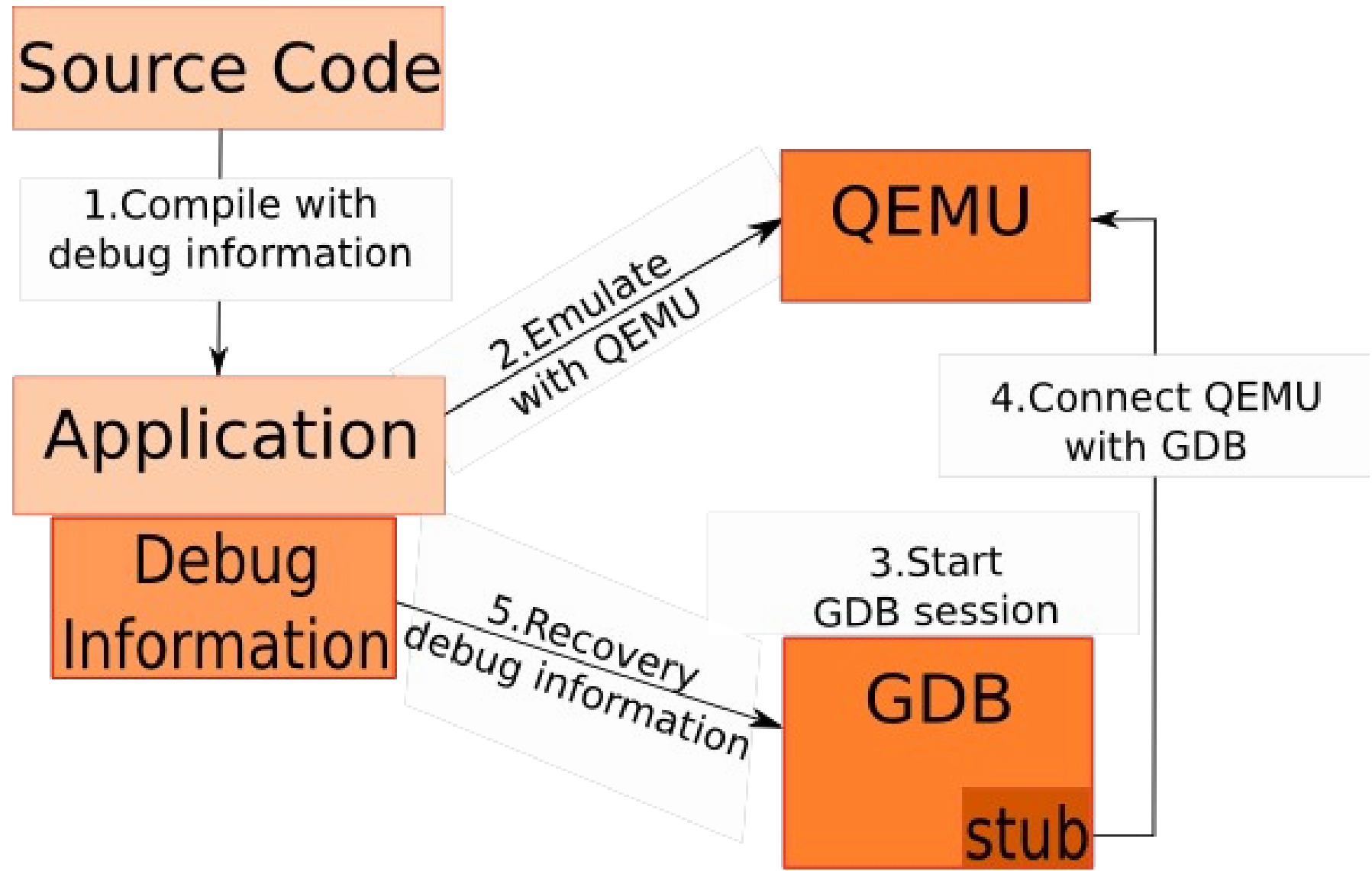
Contextualizando o Problema



- Engenharia de software
 - Definição, especificação, verificação e manutenção das propriedades do produto
- Sistemas embarcados
 - Componentes com a mesma funcionalidade, mas atuando de maneiras diferentes. Um valor pode ser correto para uma configuração do sistema e inválido para outra?
- Teste - Intuito de apontar erros
 - Verificar se as especificações estão sendo atendidas
- Depuração - Intuito de corrigir um erro
 - Descobrir a causa do erro, pois já sabemos que ele existe

- Desenvolver uma ferramenta de automação de teste e depuração em sistemas embarcados
 - Verificar se uma determinada configuração encontra-se em concordância com a especificação
 - Analisar o estado atual do sistema sob teste para verificar se há algum erro durante alguma etapa do processo
 - Desejável que a depuração utilize um hardware emulado ao invés do componente real

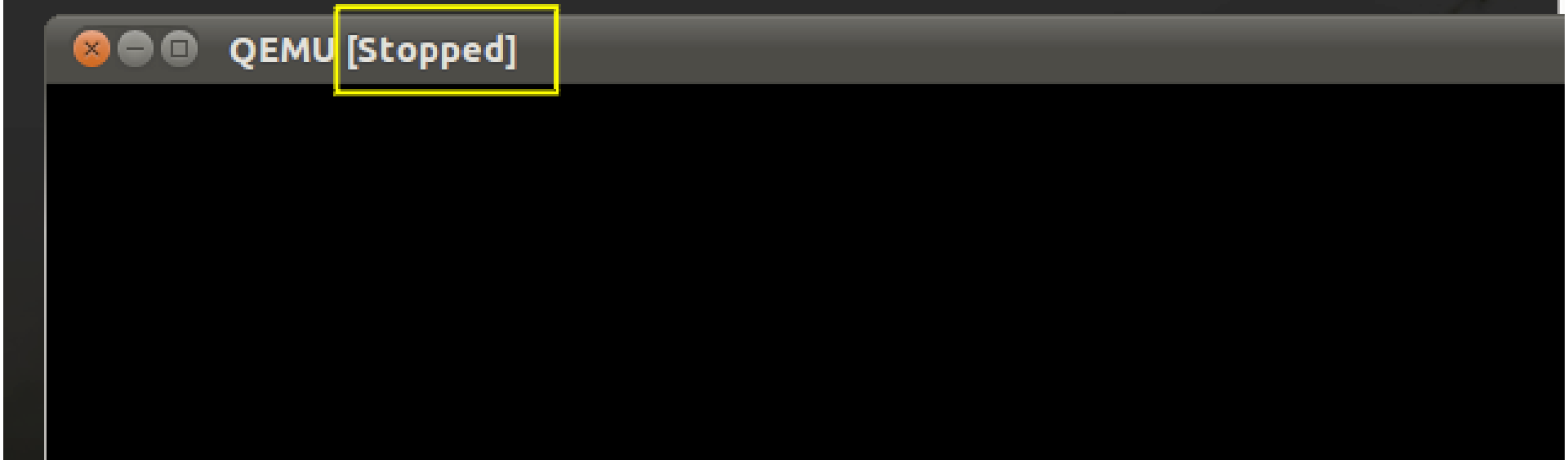
Ambiente integrado de teste e depuração



Ambiente integrado de teste e depuração



```
celo@ubuntu:~/Development/openepos/openepos/trunk$ qemu -fda img/periodic_thread_test.img -serial stdio -no-reboot -s -S  
open /dev/kvm: No such file or directory  
Could not initialize KVM, will disable KVM support  
pci_add_option_rom: failed to find romfile "pxe-rtl8139.bin"
```



Ambiente integrado de teste e depuração



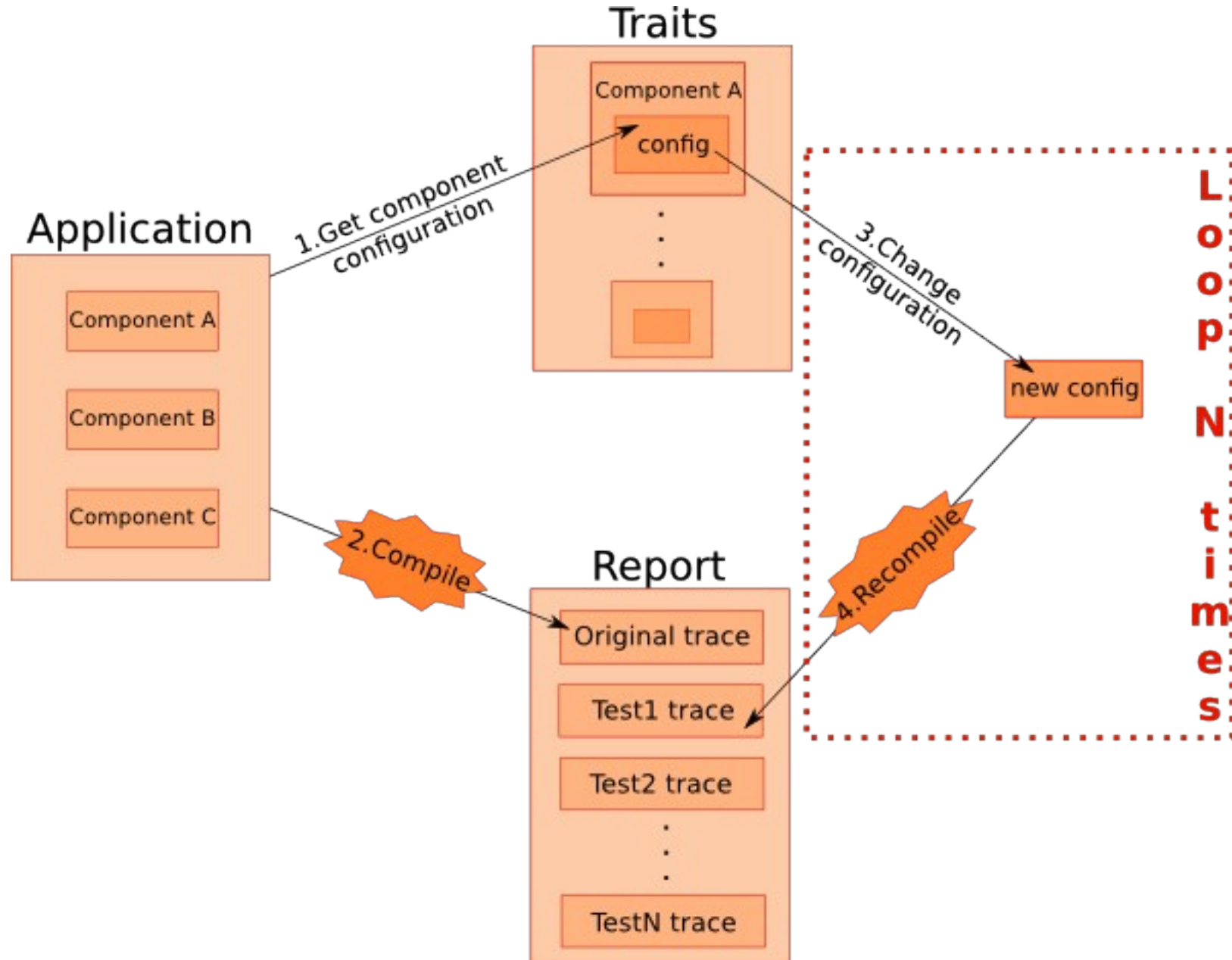
```
Thread(entry=0x00008028,state=2,rank=0,stack={b=0x003fbfc8,s=16384},context={b=0x003fff9c,{eflags=0x00000200,eax=0,ebx=0,ecx=0,edx=0,esi=0,edi=0,ebp=0x00000000,esp=0x00000000,eip=0x00008028,cs=8,ds=16,es=16,fs=16,gs=16,ss=16,pdp=0x01ffc000}}) => 0x003fffc
Scheduler[chosen=0x00000000>::insert(0x003fffc)
Thread::reschedule()
Scheduler[chosen=0x003fffc>::choose() => 0x003fffc
Heap::alloc(this=0x004000dc,bytes=40) => 0x003fbf9c
Heap::alloc(this=0x004000dc,bytes=16388) => 0x003f7f98
Thread(entry=0x0000e500,state=1,rank=2147483647,stack={b=0x003f7f9c,s=16384},context={b=0x003fbf70,{eflags=0x00000200,eax=0,ebx=0,ecx=0,edx=0,esi=0,edi=0,ebp=0x00000000,esp=0x00000000,eip=0x0000e500,cs=8,ds=16,es=16,fs=16,gs=16,ss=16,pdp=0x01ffc000}}) => 0x003fbfa0
Scheduler[chosen=0x003fffc>::insert(0x003fbfa0)
Thread::reschedule()
Scheduler[chosen=0x003fffc>::choose() => 0x003fffc
Dispatching the first thread: 0x003fffc
```

```
QEMU [Stopped]
Starting SeaBIOS (version pre-0.6.1-20100702_143500-palmer)
Booting from Hard Disk...
Boot failed: could not read the boot disk
Booting from Floppy...
Loading EPOS .... done;
This is EPOS;
```

```
celo@ubuntu:~/Development/openepos/openepos/trunk$ gdb
GNU gdb (GDB) 7.2-ubuntu
Copyright (C) 2010 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law. Type "show copying"
and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "i686-linux-gnu".
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
(gdb) target remote :1234
Remote debugging using :1234
0x0000fff0 in ?? ()
(gdb) file app/periodic_thread_test
A program is being debugged already.
Are you sure you want to change the file? (y or n) y
Reading symbols from /home/celo/Development/openepos/openepos/trunk/app/periodic_thread_test...done.
(gdb) b ma
machine function      main      max(long, long, long)
(gdb) b main
Breakpoint 1 at 0x8910
(gdb) b func_b()
Breakpoint 2 at 0x87d0
(gdb) continue
Continuing.

Breakpoint 1, 0x00008910 in main ()
(gdb)
```


Troca automática de parâmetros de configuração



Troca automática de parâmetros de configuração



```
Scheduler[chosen=0x003fffcc>::choose() => 0x003fffcc
Semaphore(value=0) => 0x003ffe58
Alarm(t=400000,tk=400,h=0x003ffe68,x=10) => 0x003ffe70
Thread::resume(this=0x003ffe34)
Scheduler[chosen=0x003fffcc>::resume(0x003ffe34)
Thread::reschedule()
Scheduler[chosen=0x003fffcc>::choose() => 0x003fffcc
Threads have been created. I'll wait for them to finish..
Thread::join(this=0x003fffee4,state=1)
Thread::suspend(this=0x003fffcc)
Scheduler[chosen=0x003fffcc>::suspend(0x003fffcc)
Thread::dispatch(prev=0x003fffcc,next=0x003fffee4)
-----A Semaphore::p(th
Thread::sleep(running=0x003fffee4,q=0x003fff08)
Scheduler[chosen=0x003fffee4>::suspend(0x003fffee4)
Thread::dispatch(prev=0x003fffee4,next=0x003ffe8c)
-----B Semaphore::p(th
Thread::sleep(running=0x003ffe8c,q=0x003ffeb0)
Scheduler[chosen=0x003ffe8c>::suspend(0x003ffe8c)
Thread::dispatch(prev=0x003ffe8c,next=0x003ffe34)

QEMU: Terminated via GDBstub
celo@ubuntu:~/Development/openepos/openepos/trunk$
```

```
celo@ubuntu: ~/Development/openepos/openepos/trunk
File Edit View Search Terminal Help
celo@ubuntu:~$ cd $EPOS && gdb -batch -x gdb_script.sh app/periodic_thread_test
0x0000fff0 in System::Thread::~Thread() ()
Breakpoint 1 at 0x8910
Breakpoint 2 at 0x8550
Breakpoint 3 at 0x87d0
Breakpoint 4 at 0x8690

Breakpoint 1, 0x00008910 in main ()
Breakpoint 2, 0x00008550 in func_a() ()
Breakpoint 3, 0x000087d0 in func_b() ()
Breakpoint 4, 0x00008690 in func_c() ()
celo@ubuntu:~/Development/openepos/openepos/trunk$
```

TAP – Ferramenta de teste e depuração de software embarcado



- Requisito: Sistema com modelagem baseada em features e parametrização
- Tipos de troca de configuração:
 - Totalmente aleatória
 - Parcialmente aleatória
 - Determinada pelo usuário
- O que é definido como sucesso de troca de parâmetros?
 - Não há erros de compilação
 - Há um registro da troca efetuada no relatório
 - Diferença entre os traces

TAP – Ferramenta de teste e depuração de software embarcado



```
.*.*.*.*.* Test Report .*.*.*.*.*  
Application= dmec_app  
  
Original line = #define NUM_WORKERS 6  
VALUES = 67,53,87,3,64,35,16,75,82,47,  
79,70,81,12,46,84,68,18,76,26,  
86,66,90,89,67,9,87,19,81,24,  
31,2,12,24,58,33,15,3,55,4,  
0,17,67,96,0,34,5,70,34,35,  
27,41,40,88,94,45,96,7,55,72,  
98,42,91,97,4,70,28,35,69,29,  
34,19,28,72,15,96,29,39,87,72,  
27,15,23,10,92,72,8,12,17,40,  
62,42,17,90,45,83,35,81,10,7
```

TAP – Ferramenta de teste e depuração de software embarcado



```
<test>
  <application name="philosopher_dinner_app"></application>
    <configuration>
      <trait>
        <id>ARCH</id>
        <value>IA32</value>
        <value>AVR8</value>
      </trait>

      <debug>
        <path>"/home/breakpoint_philosopher.txt"</path>
      </debug>
    </configuration>
</test>
```

TAP – Ferramenta de teste e depuração de software embarcado

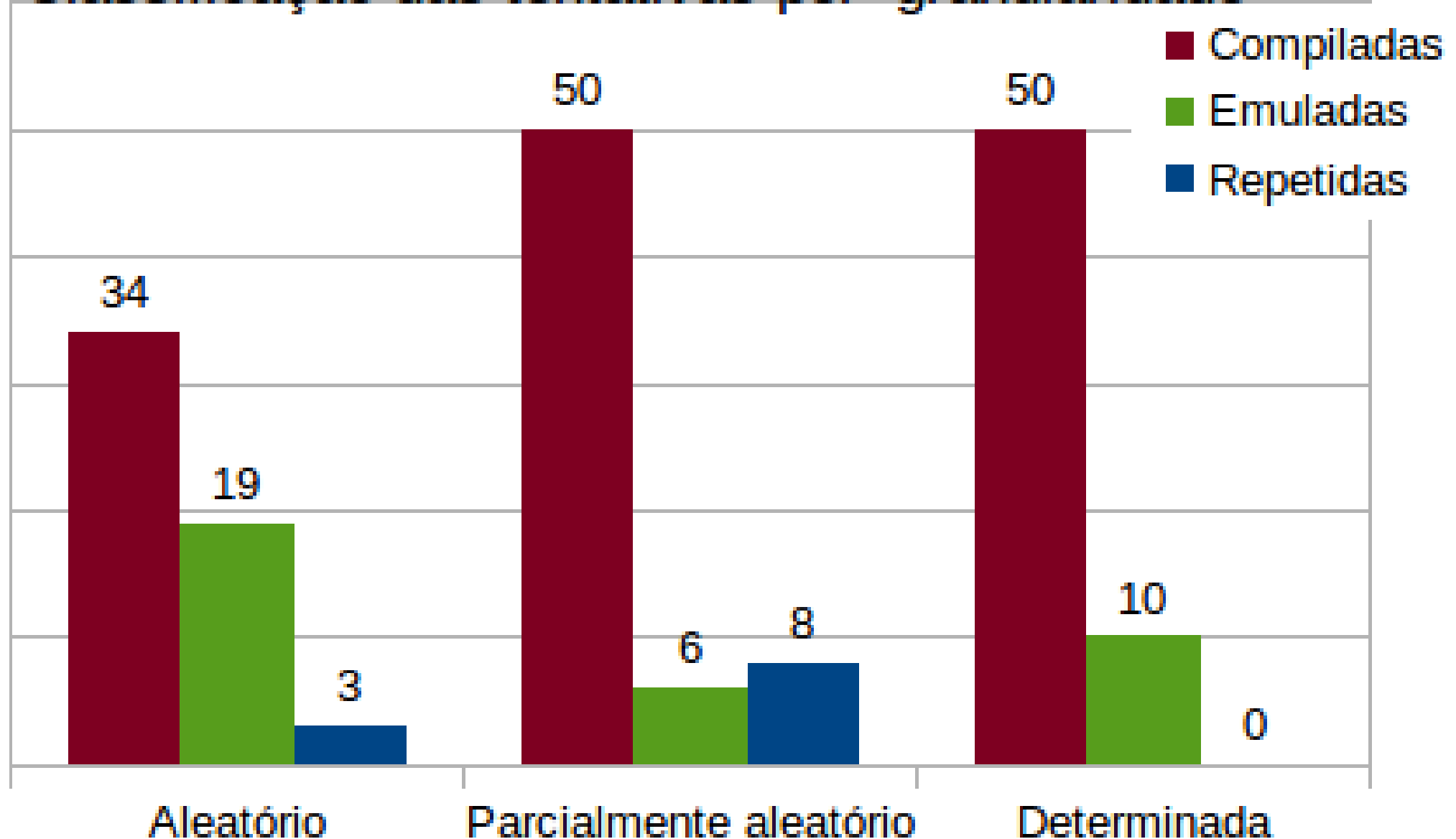


- Configurações importadas através do XML:
 - Aplicação
 - Nome
 - Troca de parâmetros
 - Traits
 - Valores
 - Intervalos
 - Número de tentativas
 - Depuração
 - Arquivo de depuração
 - Comparação entre traces

Resultados



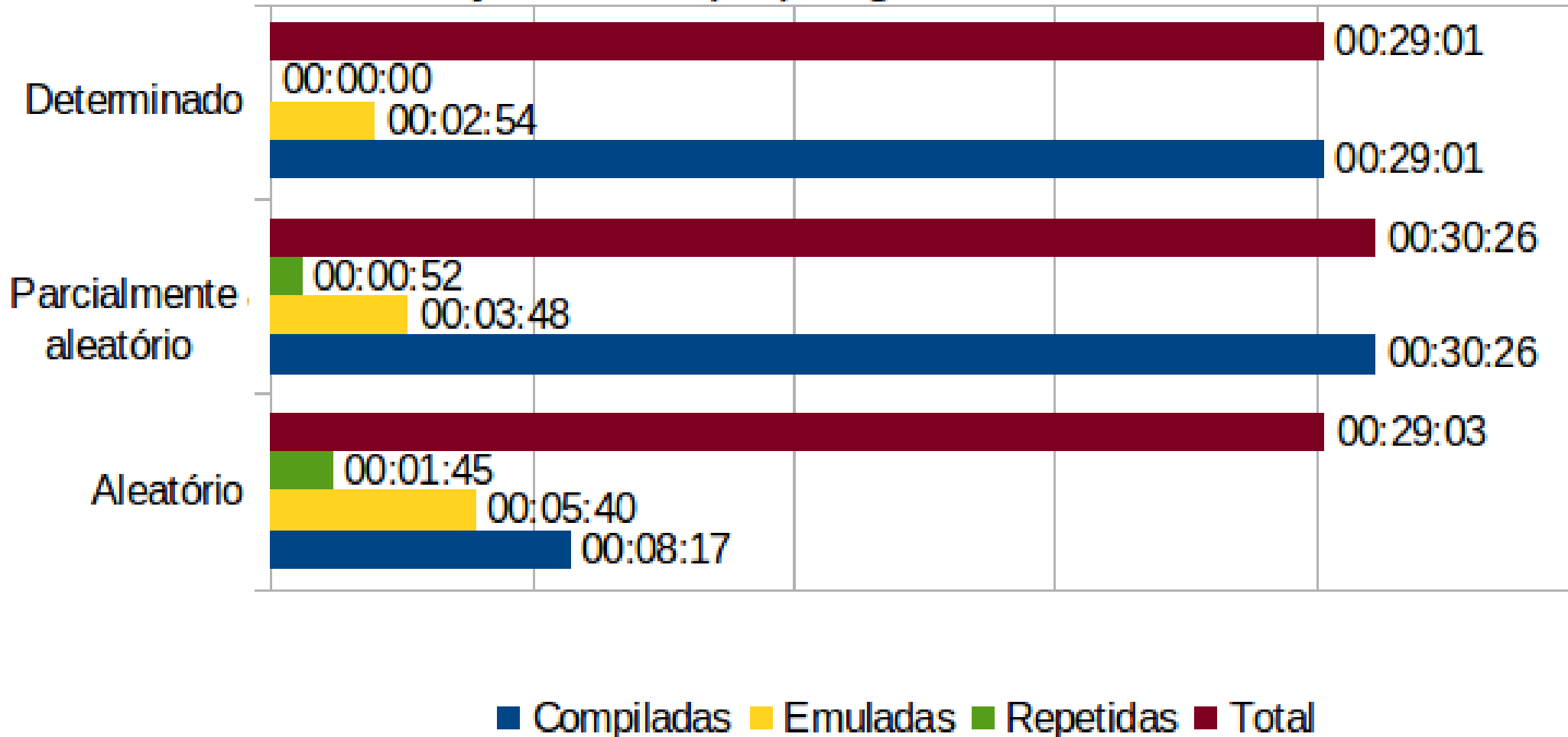
Classificação das tentativas por granularidade



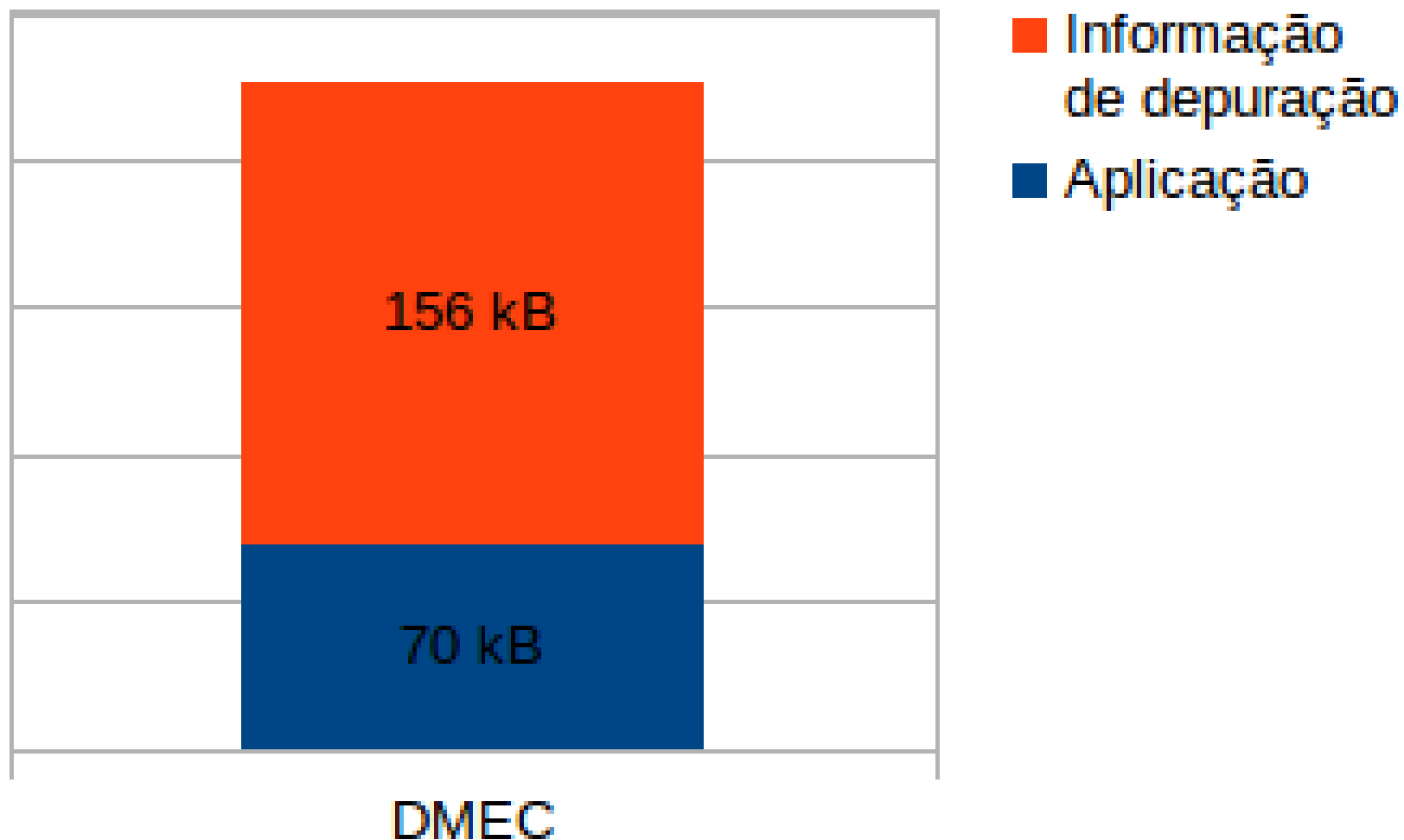
Resultados



Distribuição do tempo por granularidade



Custo de memória da informação de depuração



- Com este trabalho mostramos que é possível criar um ambiente estável para desenvolvimento de software embarcado
- A verificação do sistema simplificou-se, pois o ambiente integrado permite a automação da execução simultânea de testes e depuração
 - No caso de uma depuração manual, os dados gerados pela ferramenta podem facilitar o processo
- Além disso, algumas melhorias podem ser feitas, dentre elas:
 - Extração de dados para entrada do script
 - Acrescentar análise dos dados de saída do relatório
 - Desenvolver novos tipos de testes

Perguntas!?