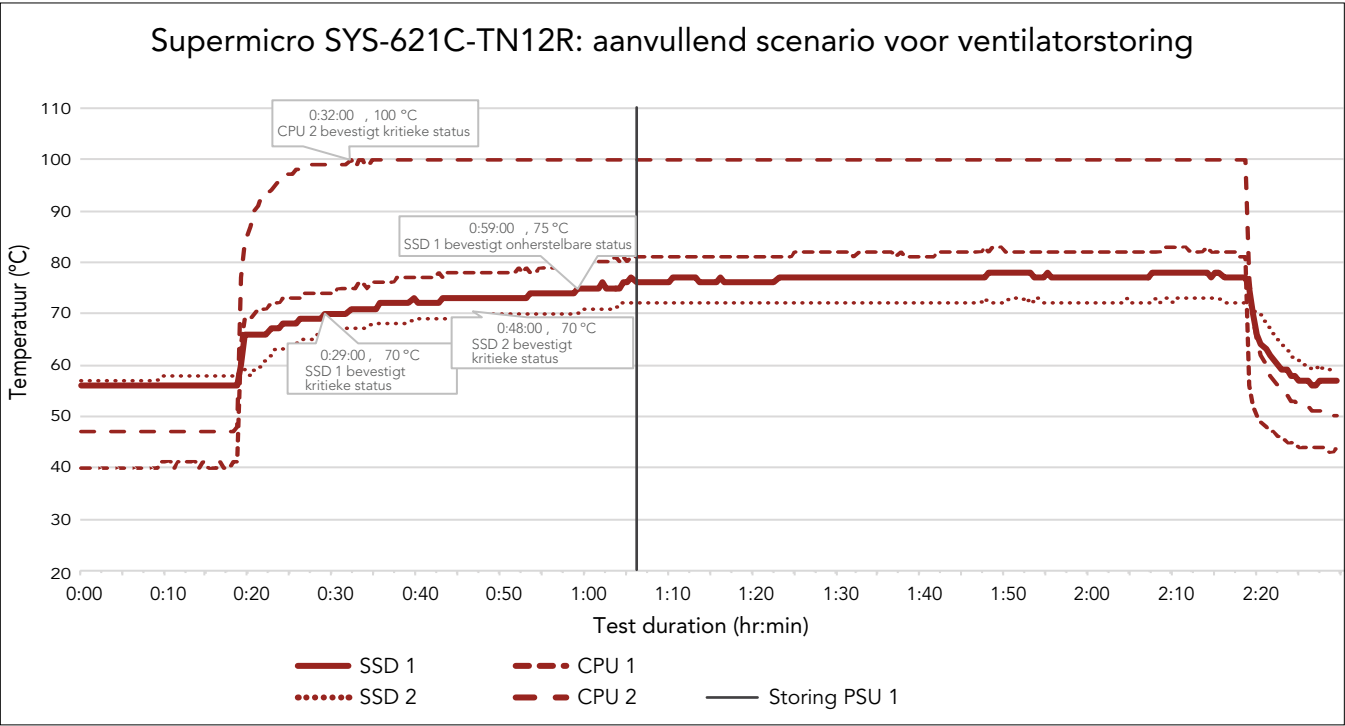


De wetenschap achter het rapport

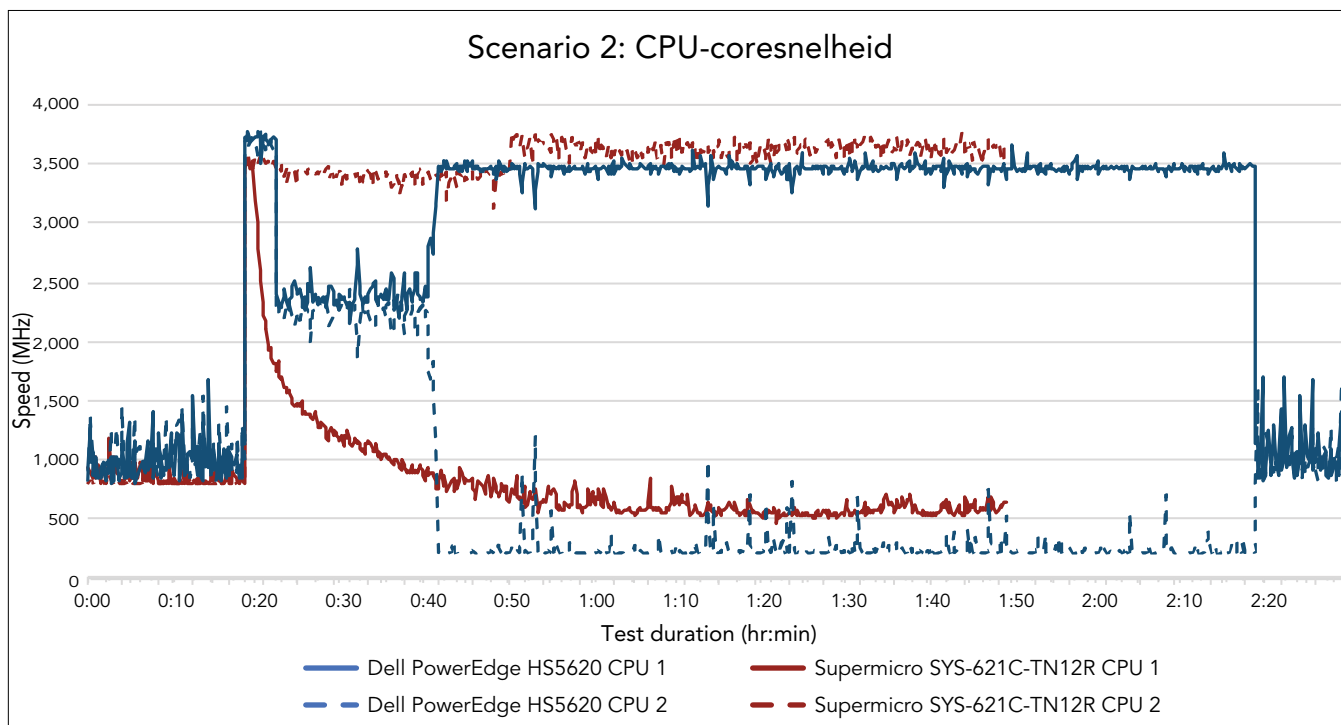
In dit hoofdstuk geven we een overzicht van onze volledige resultaten en beschrijven we onze testmethodes en de oplossingen waarmee we hebben getest.

Op 9 april 2024 hebben we onze praktijktests afgesloten. Tijdens het testen hebben we de juiste hardware- en softwareconfiguraties bepaald en updates toegepast zodra deze beschikbaar waren. De resultaten in dit rapport geven de configuraties weer die we op maandag 11 maart 2024 of eerder hebben afgerond. Onvermijdelijk vertegenwoordigen deze configuraties mogelijk niet de nieuwste versies die beschikbaar zijn wanneer dit rapport wordt weergegeven.

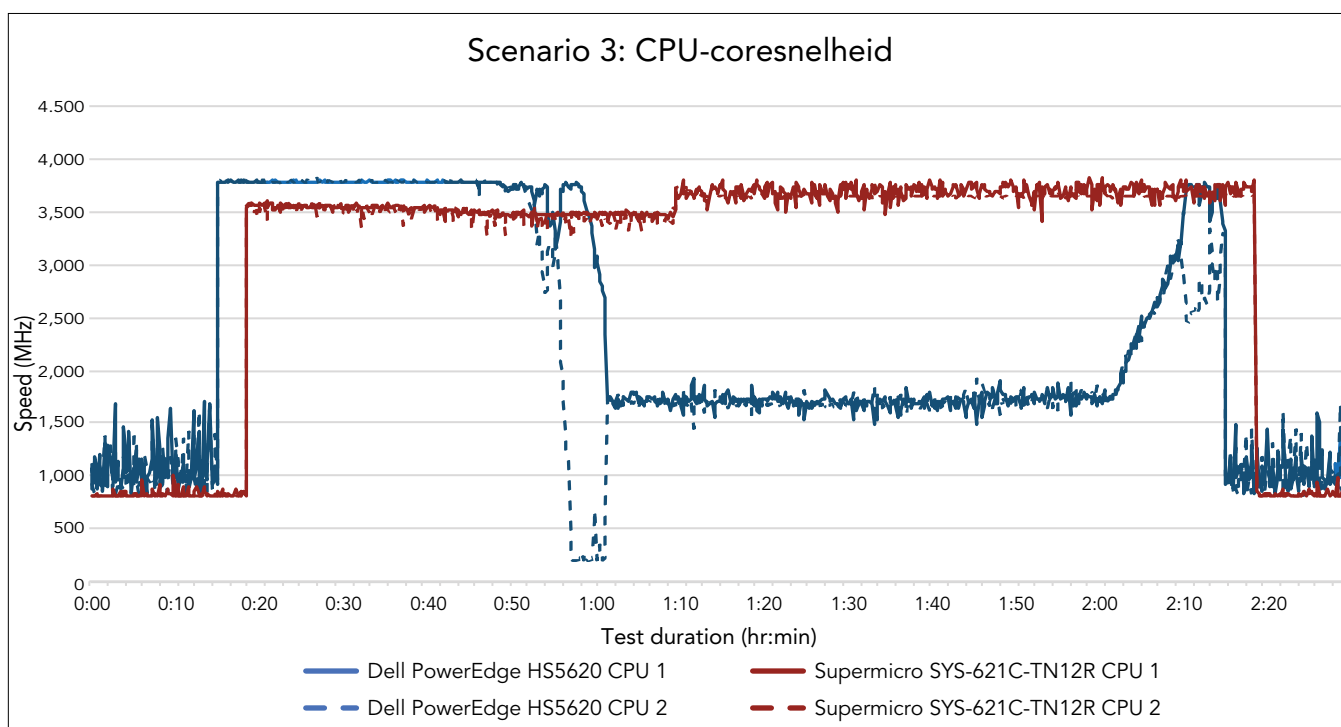
Grafieken



Afbeelding 1: SSD- en processortemperaturen in de Supermicro® SYS-621C-TN12 tijdens een extra scenario met ventilatorstoring, waarbij de server een floating-point workload uitvoerde met ventilator 3 uitgeschakeld. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. SSD 1 voerde het besturingssysteem uit, terwijl SSD 2 inactief was. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 2: Processorcoresnelheden van de Dell™ PowerEdge™ HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het eerste scenario met ventilatorstoring. De floating-point workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 3: Processorcoresnelheden van de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het scenario met HVAC-storing. De floating-point workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.

Informatie over systeemconfiguratie

Tabel 1: Gedetailleerde informatie over de systemen die we hebben getest.

Informatie over systeemconfiguratie	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
BIOS-naam en -versie	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Niet-standaard BIOS-instellingen	Prestaties per watt (OS)	N.v.t.
Naam en versie-/buildnummer besturingssysteem	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Datum van de laatste toegepaste OS-updates/ patches	11-3-2024	28-1-2024
Beleid voor energiebeheer	Prestaties per watt (OS)	Evenwichtige prestaties
Processor		
Aantal processors	2	2
Leverancier en model	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Aantal cores (per processor)	16	16
Frequentie van kern (GHz)	3,60 (4.0 turbo)	3,60 (4.0 turbo)
Stepping	8	8
Geheugenmodule(s)		
Totale hoeveelheid geheugen in systeem (GB)	1024	1024
Aantal geheugenmodules	16	16
Leverancier en model	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Grootte (GB)	64	64
Type	DDR5 DIMM	DDR5
Snelheid (MHz)	4800	4800
Snelheid bij draaien in de server (MHz)	4800	4800
Storagecontroller (storage aan voorkant)		
Leverancier en model	Dell HBA355i Adp	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Cachegrootte (GB)	0	8
Firmwareversie	24.15.14.00	5.240.02-3768
Versie driver	N.v.t.	52.24.0-4766
Storagecontroller (NVMe® M.2)		
Leverancier en model	Dell BOSS-N1 Monolithic	N.v.t.
Cachegrootte (GB)	0	N.v.t.
Firmwareversie	2.1.13.2025	N.v.t.
Lokale storage (OS)		
Aantal harde schijven	2	2
Leverancier en model van schijf	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informatie over systeemconfiguratie	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Schijfgrootte (GB)	960	960
Schijfinformatie (snelheid, interface, type)	8 GT/s M.2 SSD	PCIe® M.2 NVMe
Lokale storage (data)		
Aantal harde schijven	12	12
Leverancier en model van schijf	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Schijfgrootte (GB)	120.000	1400
Schijfinformatie (snelheid, interface, type)	12 Gbps SAS 3,5" HDD	6 Gb SATA 3,5" HDD
Netwerkadapter A		
Leverancier en model	4x Intel 25G 2P E810-XXV	3x Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Aantal en type poorten	2x 25 Gb	2x 25 Gb
Versie driver	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Netwerkadapter B		
Leverancier en model	1x Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1x Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Aantal en type poorten	2x 1 Gb	2x 25 Gb
Versie driver	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Koelventilatoren		
Aantal, leverancier, model	1x Dell HPR Gold 5x Dell HPR Silver	3x Supermicro middenventilator FAN-0206L4
Voedingen		
Leverancier en model	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Aantal voedingen	2	2
Vermogen per stuk (W)	1800	1200

Hoe we hebben getest

Om een omgeving te creëren waarin we de temperatuur volledig konden controleren en meten, bouwden we een behuizing op maat rond een volledig gevulde 42U-serverrack. We hebben zowel het Dell systeem als het Supermicro-systeem getest op dezelfde positie in de rack en we verzamelden de interne servertemperaturen tijdens drie scenariotypen. We hebben de stress-ng benchmark uitgevoerd op de servers in de rack in vier fasen, elk met een tussentijd van 1 minuut en 10 seconden. De Dell en Supermicro-systemen die we hebben getest, lanceerden de workload in de vierde fase, 3 minuten en 30 seconden nadat de eerste servers waren gestart met de workload. Hieronder beschrijven we de stappen die we hebben genomen om de tests in te stellen en uit te voeren.

Ubuntu 22.04.3 installeren en configureren

1. Start op vanaf Ubuntu 22.04.3 media.
2. Selecteer "Try or Install Ubuntu Server".
3. Laat in het taalmenu de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
4. Selecteer "Update to the new installer".
5. Laat bij de toetsenbordconfiguratie de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
6. Laat bij het installatietype de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
7. Laat in het netwerkverbindingenmenu de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
8. Laat in het scherm voor proxy configureren de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
9. Wacht in het scherm Ubuntu archiefspiegelserver configureren tot de test geslaagd is en selecteer "Done".
10. Laat in het scherm voor begeleide storageconfiguratie de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
11. Laat in het overzichtsscherm voor de storageconfiguratie de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
12. Selecteer "Continue" om de destructieve actie te bevestigen.
13. Voer in het scherm voor profielinstellingen onder "Your name and Username" `ptuser` in. Voer onder "Your servers name" een naam in en bevestig een wachtwoord.
14. Selecteer "Done".
15. Laat in het scherm "Upgrade to Ubuntu Pro" de standaardwaarden staan en selecteer "Continue".
16. Selecteer in het SSH setup-scherm "Install OpenSSH server" en selecteer "Done".
17. Laat in het scherm met de aanbevolen serversnaps de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
18. Wanneer de installatie is voltooid, selecteert u "Reboot now".
19. Log in op Ubuntu met de referenties die u hierboven hebt gemaakt.
20. Verwerk updates:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Installeer CIFS-hulpprogramma's en wijs de PT-share toe:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configureer netwerken:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Zoek de gewenste netwerkadapter en voer de volgende aanpassingen uit:

```
addresses:
- <IP_Address>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Test het gewijzigde bestand en pas het toe:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Stel de hostnaam in:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Start de host opnieuw op:

```
sudo shutdown -r now
```

Sudo zonder wachtwoord implementeren

Implementeren aan de clientzijde

1. Bewerk het sudoers-bestand:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Voeg het volgende toe, helemaal aan het einde van het bestand:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: ALL
```

Implementeren aan de controllerzijde

1. Genereer het SSH-sleutelpaar:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Kopieer de openbare SSH-sleutel naar elke externe server:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

TIG-P-stack implementeren voor dataverzameling

Docker configureren

1. Log in op de logboekcomputer als ptuser.
2. Bereid de installatie van Docker voor:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Voeg de repository toe aan Apt-bronnen en installeer:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME" stable" | \
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Huntabyte TIG-stack configureren

1. Kloon de tig-stack-repository op de logboekcomputer:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Bewerk het .env-bestand voor uw implementatie:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Voer voor FluxDB de gebruikersnaam, het wachtwoord, de organisatie, de bucket en de bewaartermijn als volgt in:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Genereer een willekeurige hexadecimale tekenreeks van 32 tekens met de volgende opdracht en voer het resultaat voor het admin-token in het .env-bestand in:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Sla op en sluit af.
6. Bewerk telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Stel de volgende waarden in:

```
services:
  influxdb:
    image: influxdb
  telegraf:
    image: gibletron/telegraf-ipmitool
  grafana:
    image: grafana/grafana-oss
  links:
    - prometheus
```

8. Sla op en sluit af.
9. Start Docker compose (headless / detached):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Voer op elke server die u wilt monitoren de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Om de InfluxDB-beheerinterface te openen, bladert u naar het IP-adres van de InfluxDB-host met poort 8086.

12. Maak indien nodig API-token(s) aan en zorg ervoor dat u ze vastlegt voordat u het venster sluit.
13. Klik onder "Load Data" op "API Tokens" en klik op "Generate API Token".
14. Op elke server die u wilt monitoren, bewerkt u /etc/telegraf/telegraf.conf met het volgende:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. Voeg op elk systeem dat wordt getest het volgende toe:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

16. Sla op en sluit af.
17. Start Telegraf opnieuw op:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Prometheus configureren

1. Voeg het volgende toe aan /home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml:

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Sla op en sluit af.
3. Bewerk het .env-bestand en voeg het volgende toe:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Sla op en sluit af.
5. Voer op elke server die u wilt monitoren de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. Voer op elk systeem dat wordt getest de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Als u de bewakingstaak in Prometheus wilt maken, voegt u het volgende toe aan /home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml:

```
- job_name: "<custom_name>"
  static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

8. Voeg extra taken en/of doelen toe door extra items te maken, vergelijkbaar met stap 7. U kunt andere doelen toevoegen voor dezelfde taak als een andere doelregel.
9. Sla op en sluit af.

Testen met stress-ng

In elk testscenario hebben we deze stappen gevolgd om de stress-ng floating-point workload uit te voeren.

1. Voer op elke server de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Voer op elke server die wordt getest de volgende opdrachten uit:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Ga op elke server die wordt getest naar https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, download het RAW-bestand en voer het uit:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. Installeer PSSH op de controller:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. Maak op de controller bestanden die u kunt gebruiken tijdens het uitvoeren van stress-ng:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Bewerk het bestand ~/.pssh_hosts_file en voer alle IP-adressen van de server in, één op elke regel.
7. Bewerk de bestanden ~/.pssh_hosts_file_wave1 tot ~/.pssh_hosts_file_wave4 en voer in elk bestand op de juiste manier een vierde van de IP-adressen in.
8. Test of alle servers online zijn en reageren op externe opdrachten:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. Maak op de controller een logboekmap voor de stress-ng-test:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Voer een test uit met de volgende opdrachten, bewerk "wave1" door het juiste wavenummer te gebruiken.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Bekijk de oorspronkelijke, Engelse versie van dit rapport op <https://facts.pt/gPS09my>

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies is een geregistreerd handelsmerk van Principled Technologies, Inc. Alle andere productnamen zijn de handelsmerken van hun respectieve eigenaren.

NIET-AANSPRAKELIJKHEIDSVERKLARING; BEPERKING VAN AANSPRAKELIJKHEID:

Principled Technologies, inc. heeft redelijke inspanningen geleverd om zorg te dragen voor de nauwkeurigheid en geldigheid van de tests. Principled Technologies, Inc. biedt evenwel geen uitdrukkelijke dan wel geïmpliceerde garanties met betrekking tot de testresultaten en -analysen en de nauwkeurigheid, volledigheid of kwaliteit daarvan, met inbegrip van geïmpliceerde garanties voor de geschiktheid voor een bepaald doel. Alle personen of rechtspersonen die vertrouwen op de resultaten van deze tests, doen dit op hun eigen risico en aanvaarden dat Principled Technologies, Inc., haar werknemers en haar onderaannemers niet aansprakelijk zijn voor claims met betrekking tot verlies of schade naar aanleiding van vermeende fouten of gebreken in testprocedures of -resultaten.

Principled Technologies, Inc. zal in geen geval aansprakelijk zijn voor gevolg-, indirecte, speciale of incidentele of schade met betrekking tot de tests, zelfs als Principled Technologies, Inc. is gewezen op de mogelijkheid van dergelijke schade. De aansprakelijkheid van Principled Technologies, Inc. is in elke situatie beperkt tot het bedrag dat is betaald in verband met de tests door Principled Technologies, Inc. De klant beschikt alleen over de verhaalsmogelijkheden die hier worden vermeld.