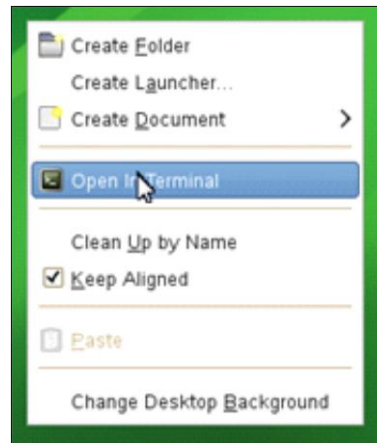


Symulacje parametryczne tranzystora nMOS

1 Przygotowanie środowiska

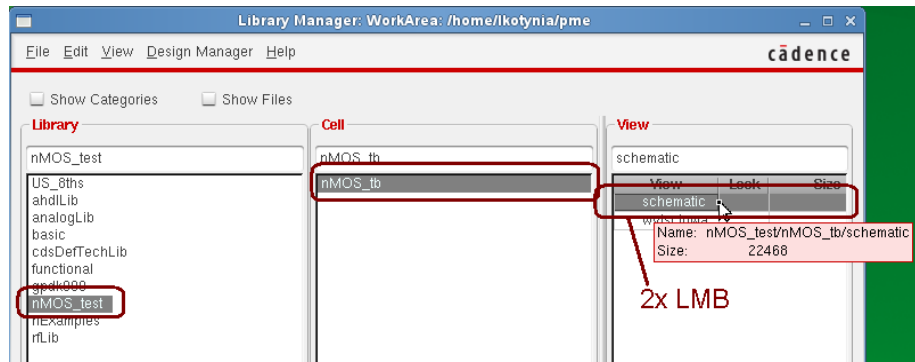
1. Uruchom komputer w systemie Linux (openSuse).
2. Otwórz konsolę wykonując następujące kroki
 - a. Kliknij prawym przyciskiem myszy na pulpicie



- b. Z menu kontekstowego wybierz „Open In Terminal”
3. Zmień powłokę na tcsh wykonując
`/> tcsh`
 4. Przejdź do katalogu domowego
`/> cd`
 5. Przejdź do katalogu, gdzie zapisałeś/aś pliki z poprzednich zajęć
`/> cd pme`
 6. Uruchom środowisko Cadence Virtuoso
`/> ./startgpd090`

2 Symulacje parametryczne tranzystora nMOS

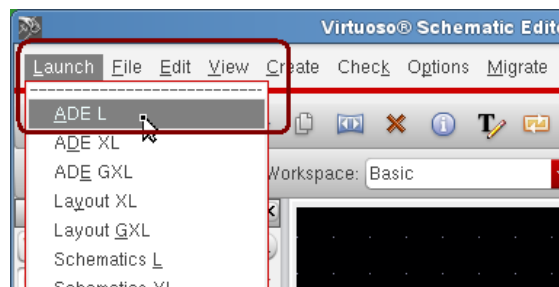
1. Otwórz zapisany schemat z ostatnich zajęć wykonując następujące kroki
 - a. w oknie *Library Manager* wybierz swoją bibliotekę (nMOS_test), celkę (nMOS_tb)



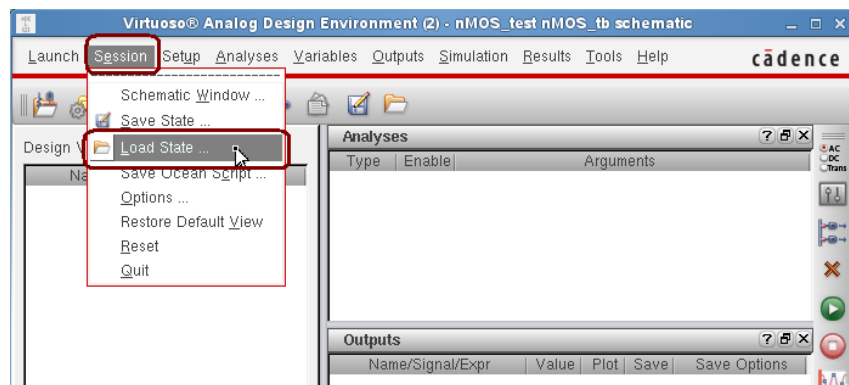
- b. kliknij podwójnie lewym przyciskiem myszy (LMB) na widoku *schematic*

Na ekranie powinien pojawić się ukończony schemat układu do badania własności dc tranzystora nMOS.

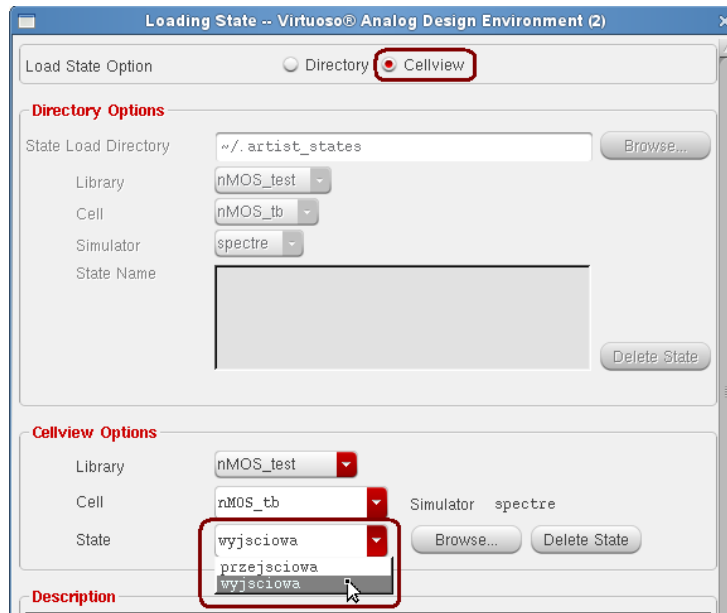
2. Uruchom środowisko symulacji *Analog Design Environment* i załaduj test charakterystyki wyjściowej (Id vs. Vds) wykonując następujące kroki:
 - a. z menu górnego okna edytora schematu wybierz **Launch → ADE L**



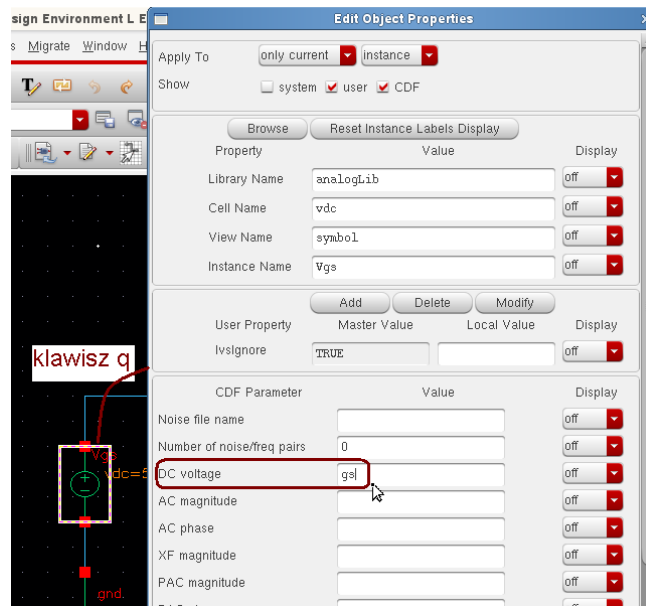
- b. z menu górnego środowiska ADE wybierz **Session → Load State..**



- c. w oknie wyboru stanu zaznacz



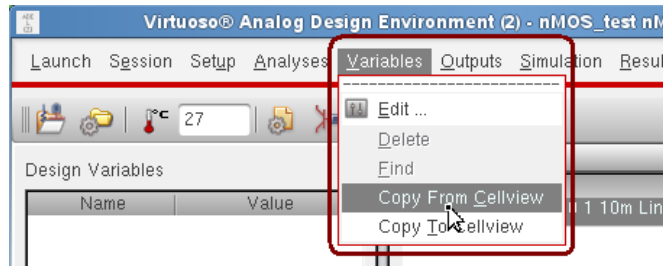
- i. w polu **Load State Option: Cellview**
 - ii. w polu **State: wyjsciova**
 - iii. Wciśnij przycisk **OK** na dole okna
 - iv. dla sprawdzenia poprawności wykonaj symulację
3. Wprowadź parametr na napięcie źródła **Vgs** wykonując następujące kroki



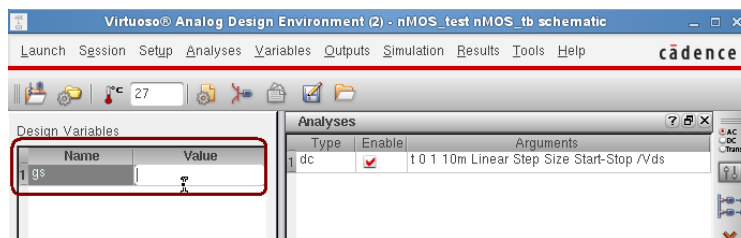
- a. w oknie edytora schematów kliknij lewym przyciskiem myszy na źródle **Vgs** i przejdź do edycji (klawisz q)
- b. w polu **DC voltage** wprowadź nazwę **gs** – będzie to nazwa naszego parametru

Uwaga: Program Cadence Virtuoso Schematic Editor sam dodaje jednostkę (tutaj V). Nie należy się tym przejmować.

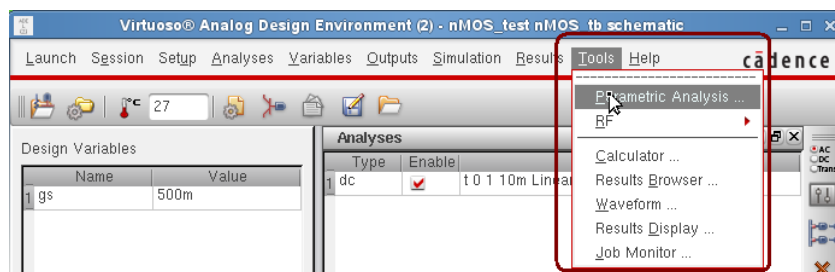
- c. Zaakceptuj zmiany klikając na **OK**
4. Dodaj parametr do środowiska symulacji wykonując następujące kroki



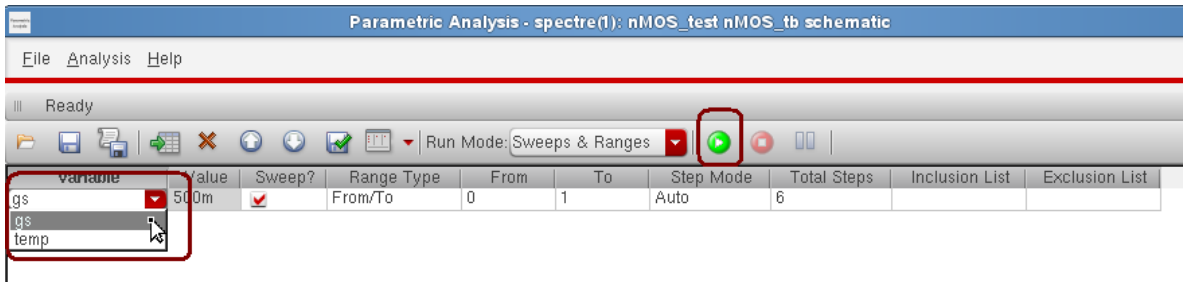
- a. z menu górnego środowiska symulacji ADE wybierz **Variables** → **Copy From Cellview**
- b. zauważ, że w lewym panelu okna (*Design Variables*) pojawiło się pole z Twoim parametrem gs



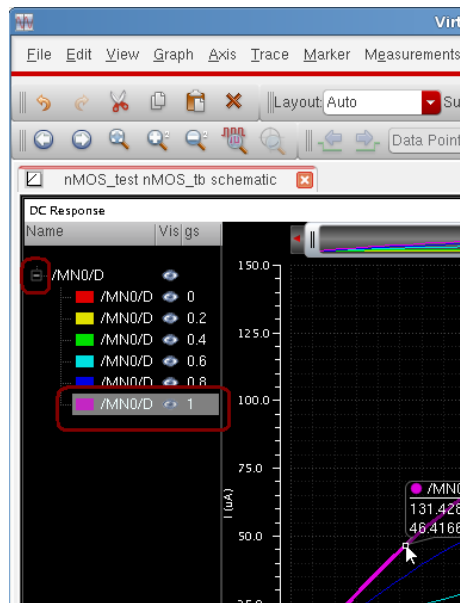
- c. kliknij raz lewym przyciskiem myszy na pole *Value*
 - d. podaj wartość 500m lub 0.5 (uwaga kropka zamiast przecinka!)
 - e. wykonaj symulację dla sprawdzenia poprawności działania (wyniki nie powinny się różnić od poprzednich)
5. Wykonaj symulację parametryczną wykonując następujące kroki
 - a. z menu górnego okna symulacji ADE wybierz **Tools** → **Parametric Analysis**



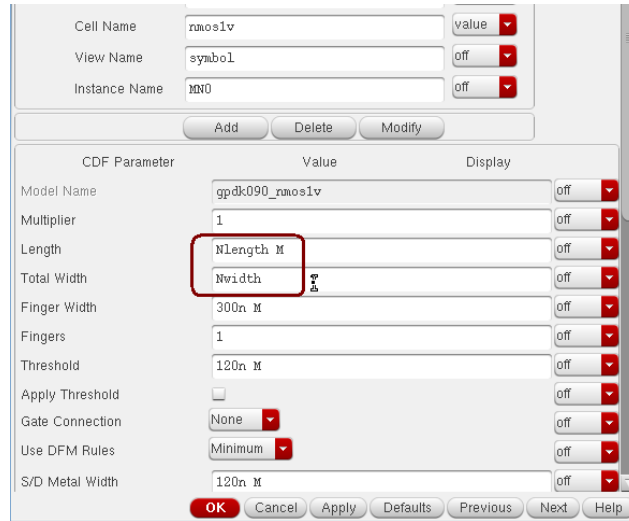
- b. wypełnij pola parametrów symulacji parametrycznych (*Parametric Analysis*) zgodnie z rysunkiem poniżej



- c. w tym samym oknie kliknij na zielony przycisk „play”, aby uruchomić symulację
- d. na ekranie powinna pojawić się rodzina charakterystyk
- e. kliknij na małym znaku „+” obok nazwy w legendzie
- f. zauważ, że klikając na poszczególne pozycje legendy podświetlasz jedną z charakterystyk w głównym panelu okna



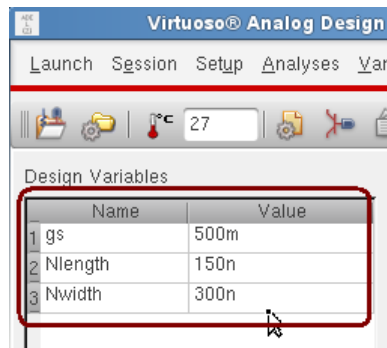
- g. zamknij okno wykresu oraz symulacji parametrycznych (*Parametric Analysis*)
6. Zadania samodzielne:
- a. w pokazany wcześniej sposób dodaj parametry tranzystora nMOS: **Nwidth** oraz **Nlength**



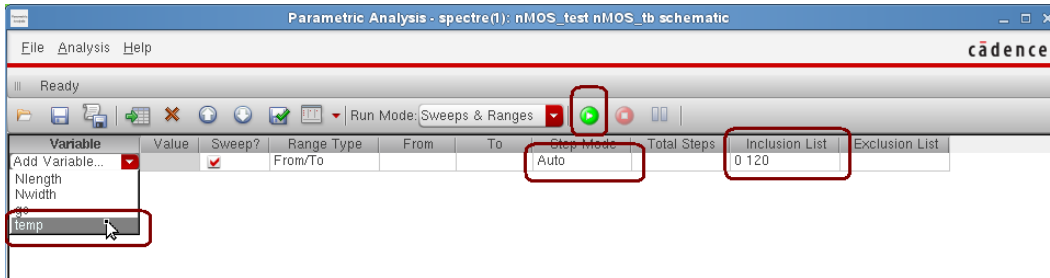
- b. wykonaj symulacje parametryczne charakterystyki wyjściowej dla
 - i. **Nwidth** z zakresu 300n – 2u
 - ii. **Nlength** z zakresu 150n – 1u
- c. Zapisz stan symulacji w oknie ADE (menu *Session* → *Save State*) pod nazwą **wyjsciowa**
- d. Postaraj się odpowiedzieć na następujące pytania
 - i. Jak zmienia się maksymalny prąd płynący przez tranzystor wraz ze zwiększaniem szerokości kanału tranzystora?
 - ii. Jak zmienia się maksymalny prąd przy zwiększaniu długości kanału?
 - iii. Jak zmienia się nachylenie krzywej w zakresie nasycenia z rosnącą długością kanału?

3 Symulacje termiczne

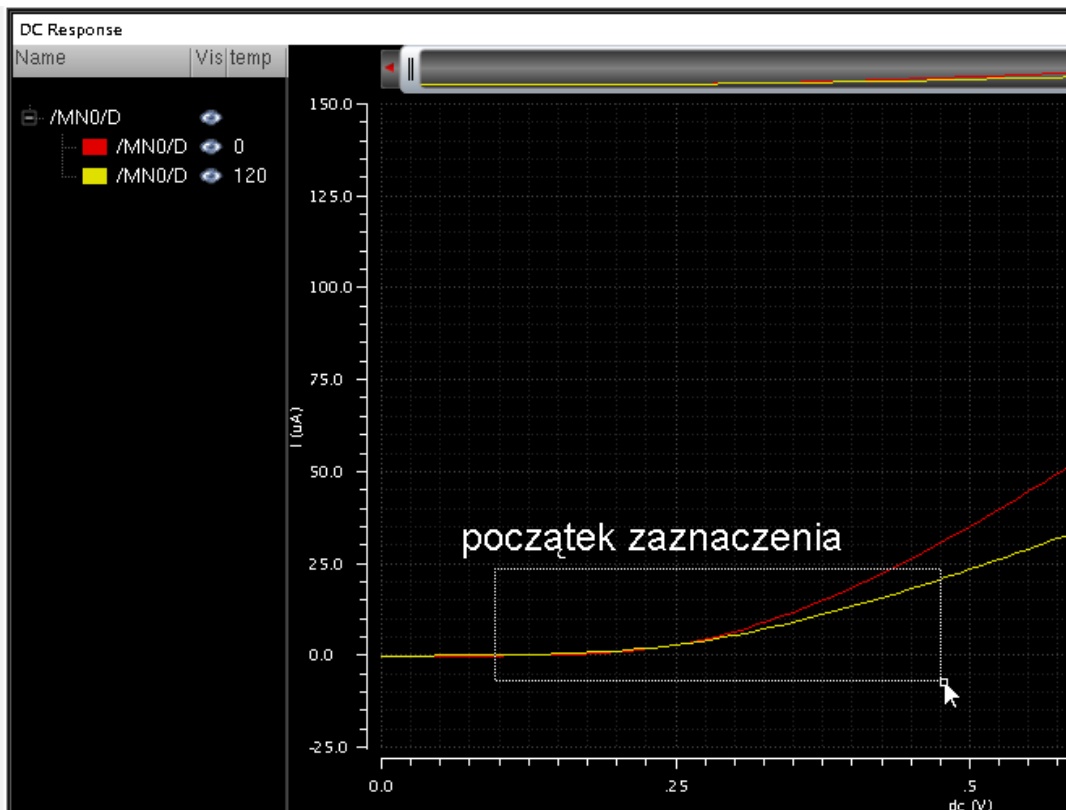
1. Załaduj symulacje charakterystyki przejściowej
 - a. z menu z menu górnego okna edytora schematu wybierz **Launch** → **ADE L**
 - b. w oknie wyboru stanu zaznacz nazwę **przejsciowa** (pamiętaj o wyborze **Cellview** w górnej części okna w sekcji **Load State Option**)
2. Dodaj wprowadzone wcześniej parametry (menu **Variables** → **Copy From Schematic**).
3. Uzupełnij domyślne wartości zgodnie z rysunkiem poniżej



4. Uruchom symulacje parametryczne (menu **Tools** → **Parametric Analysis**)
5. W oknie opcji symulacji parametrycznych podaj



- a. zmienna **temp**
- b. upewnij się, że jest wybrana opcja **Auto** w polu **Step Mode**
- c. podaj dwie wartości temperatury (**0** i **120**)
6. W tym samym oknie wciśnij zielony przycisk „play”
7. W oknie symulacji przybliż obszar w okolicy $V_{gs}=250$ mV wykonując następujące kroki



- a. naciśnij prawy przycisk myszy w okolicach punktu (100 mV, 25 uA) i przeciągnij zaznaczenie w okolice 0.5 V
- b. na ekranie powinno pojawić się przybliżenie zaznaczonego obszaru
- c. aby wrócić do widoku całego zakresu wciśnij klawisz **f**
8. Punkt przecięcia się charakterystyk nazywamy punktem autokompensacji temperaturowej.