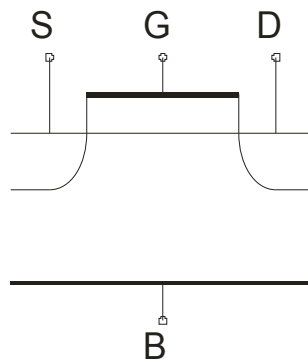


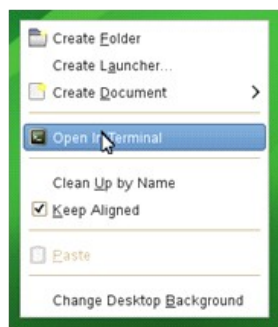
1. Przekrój poprzeczny tranzystora nMOS. Uzupełnij rysunek odpowiednimi nazwami domieszek (n lub p).



2. Analiza wielkosygnałowa

Przygotowanie środowiska

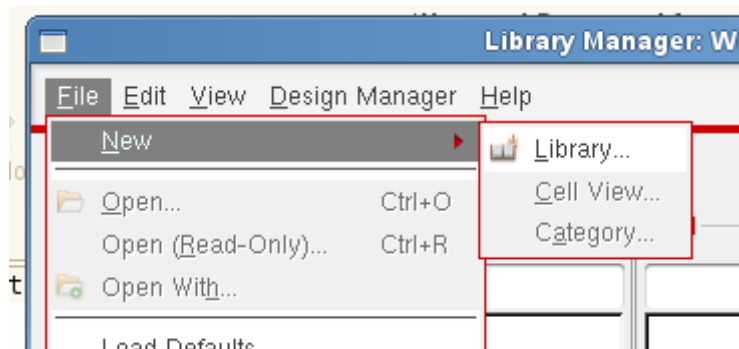
1. Uruchom komputer w systemie Linux (openSuse).
2. Otwórz konsolę
 1. Kliknij prawym przyciskiem myszy na pulpicie



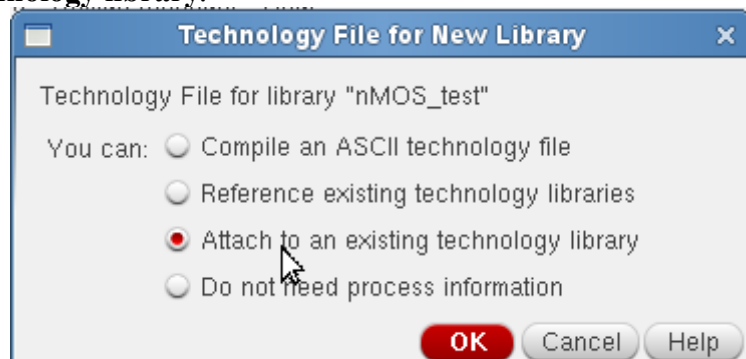
2. Z menu wybierz "Open In Terminal"
3. Zmień powłokę na tcsh wpisując w konsoli
`> tcsh`
4. Przejdź do katalogu domowego
`> cd`
5. Utwórz folder roboczy np.
`> mkdir pme`
6. Przejdź do tego katalogu
`> cd pme`
7. Utwórz skrót
`> ln -sf /cad/cadence/bin/gpdk090/startgpdk090.csh`
8. Uruchom środowisko Cadence
`> ./startgpdk090`

Pierwsze kroki z oprogramowaniem Cadence. Przygotuj charakterystykę przejściową tranzystora nMOS.

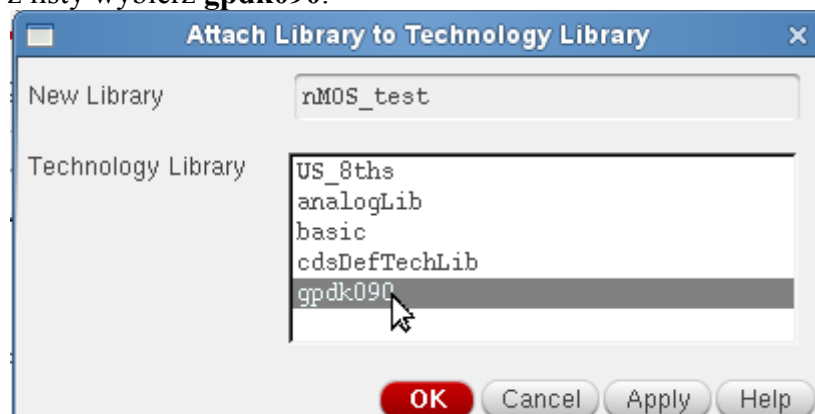
1. W oknie **Library Manager** wybierz z menu File-->New-->Library.



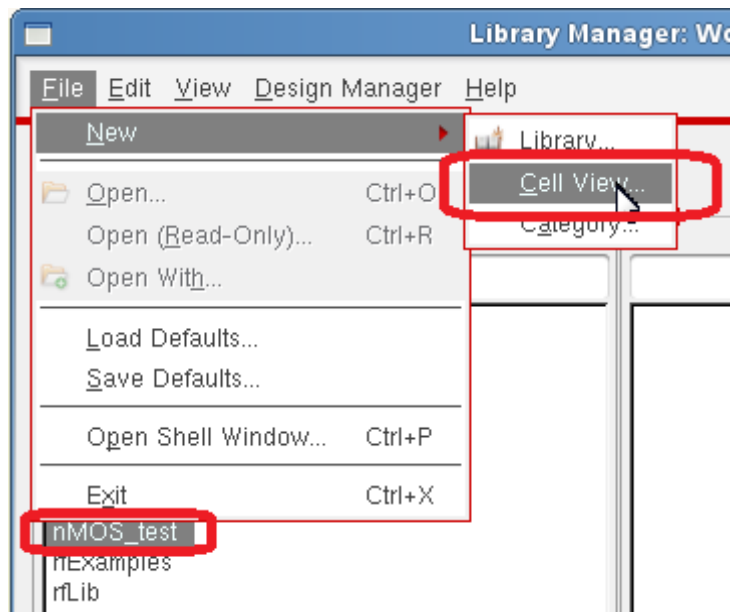
2. Podaj nazwę, np. nMOS_test
3. W nowym oknie (uwaga może być ukryte za poprzednimi okienkami) wybierz **Attach to an existing technology library**.



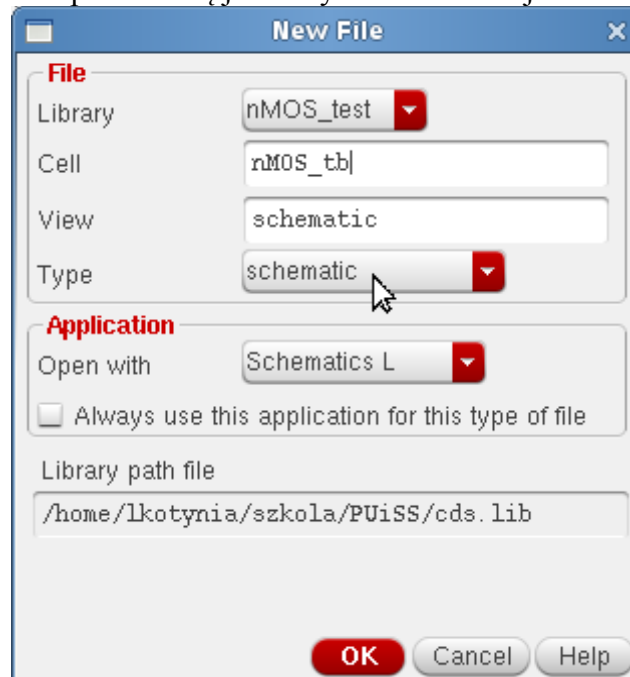
4. Następnie z listy wybierz **gpdk090**.



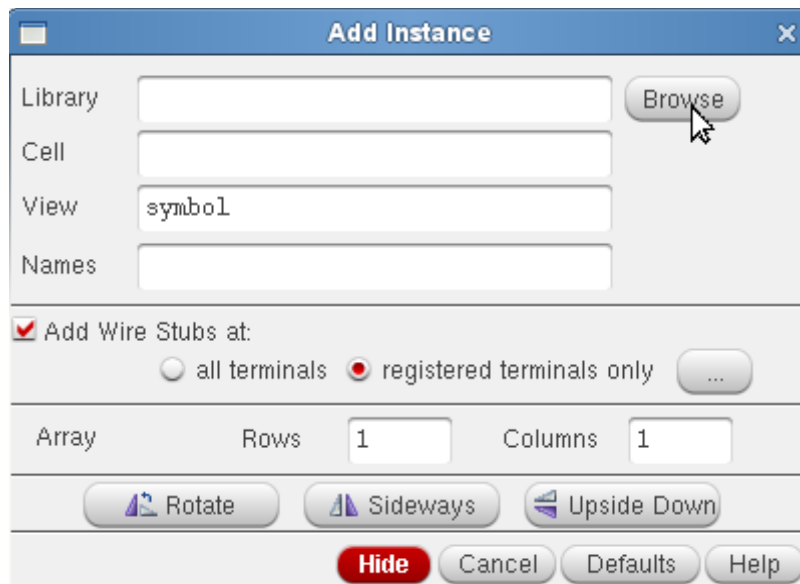
5. Brawo utworzyłeś swoją pierwszą bibliotekę!
6. W oknie **Library Manager** zaznacz swoją bibliotekę (nMOS_test) i z menu wybierz **File-->New-->Cell view** (patrz poniżej).



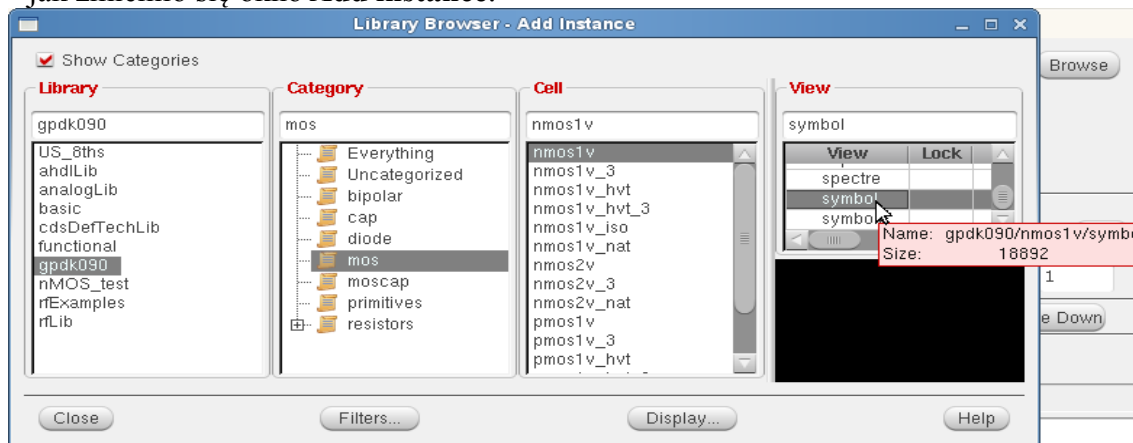
7. W nowym oknie podaj nazwę celki (np. nMOS_tb, nMOS_dc, etc.). Upewnij się, że pola **Type** i **Open with** uzupełnione są jak na rysunku. Naciśnij **OK**.



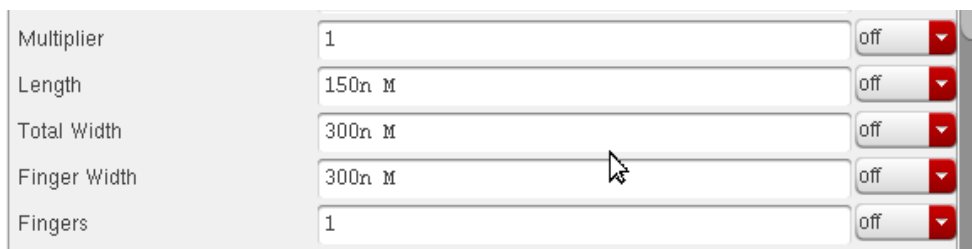
8. W pustym oknie edytora schematu wybierz z menu **Create-->Instance** lub wciśnij klawisz **i**.
9. W nowym oknie wciśnij klawisz **Browse**.



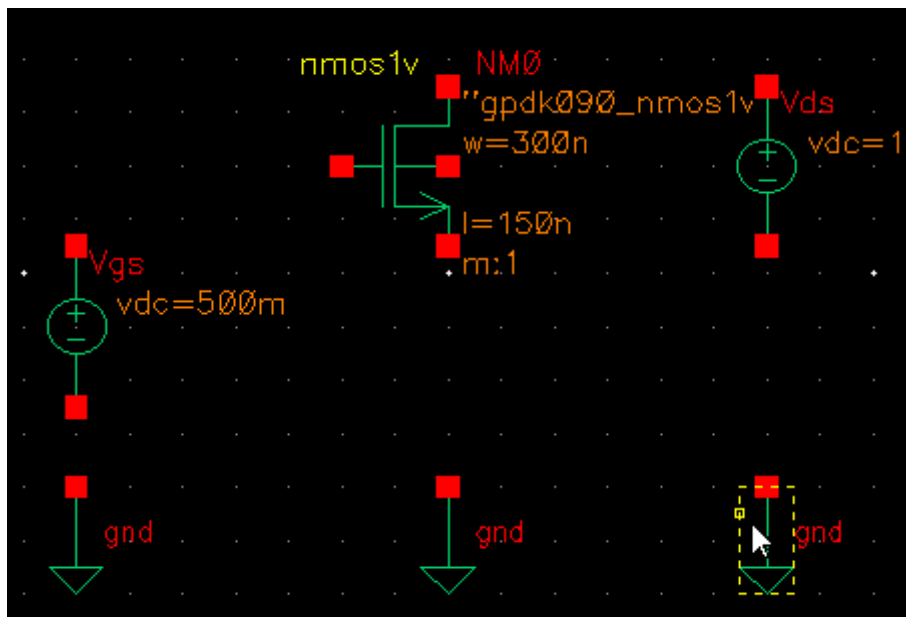
10. Następnie wybierz element **gpdk090(-->mos)-->nmos1v-->symbol** i kliknij **Close**. Zauważ jak zmieniło się okno **Add instance**.



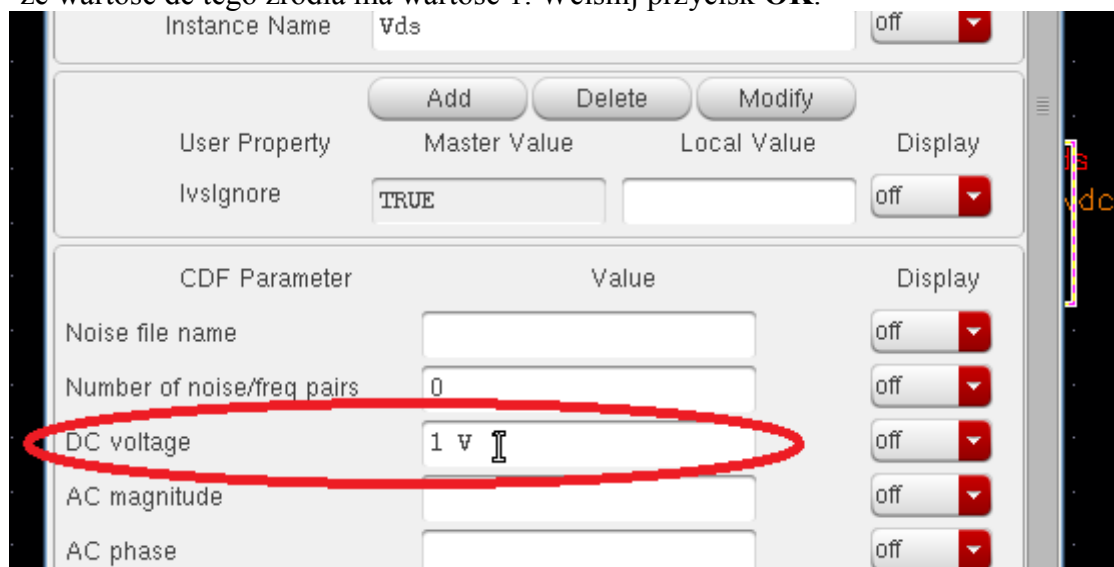
11. W oknie **Add instance** zmień wymiary tranzystora zgodnie z rysunkiem.



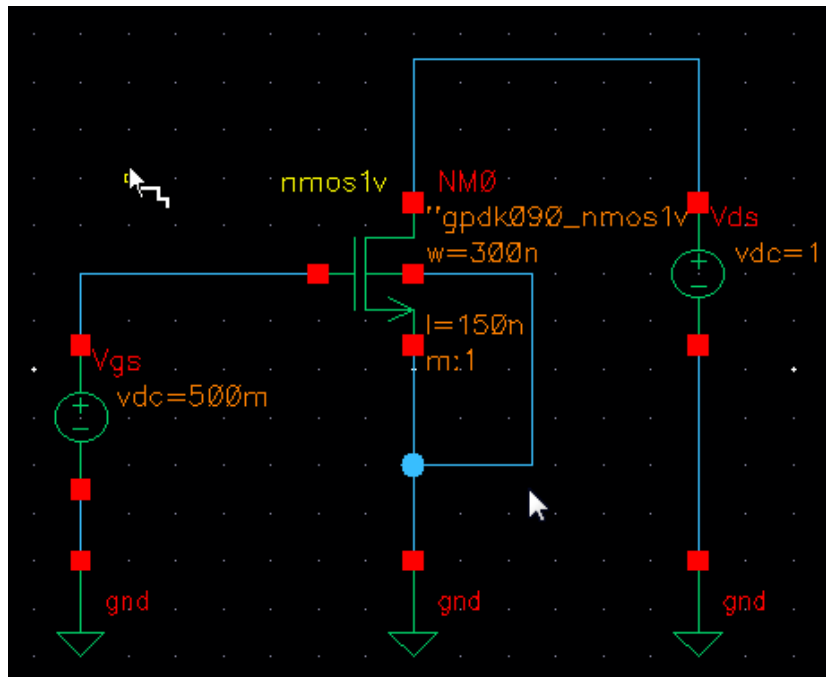
12. Kliknij na przycisk **Hide** i umieść tranzystor na ekranie.
 13. Tak samo dodaj 3 elementy **gnd** z biblioteki **analogLib**.
 14. Następnie dodaj dwa źródła napięciowe **vdc** z biblioteki **analogLib**. Nadaj im nazwy **Vds** oraz **Vgs** i umieść na ekranie zgodnie z rysunkiem.



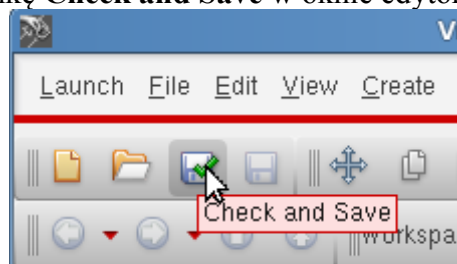
15. Zaznacz (klikając lewym przyciskiem myszy) element **Vds** i wciśnij klawisz **q**. Upewnij się, że wartość dc tego źródła ma wartość 1. Wciśnij przycisk **OK**.



16. Analogicznie ustaw wartość 0.5 dla źródła **Vgs**.
 17. W edytorze schematu wciśnij klawisz **w**. Zauważ jak zmienił się kursor myszy. Klikając lewym przyciskiem myszy na odpowiednie terminale elementów połącz je zgodnie z rysunkiem poniżej. Nie zapomnij o odpowiednim spolaryzowaniu podłoża tranzystora!



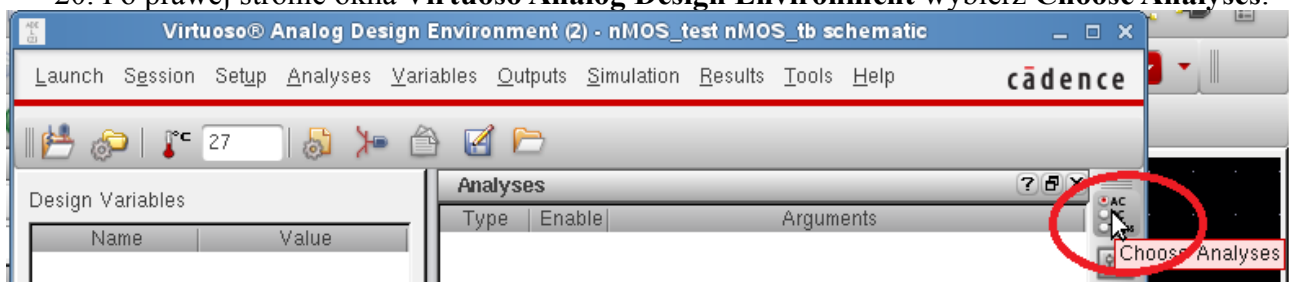
18. Po zakończonej operacji wyjdź z trybu tworzenia połączeń (klawisz ESC) i zapisz swój schemat klikając na ikonkę **Check and Save** w oknie edytora schematu.



Teraz przystąpimy do symulacji.

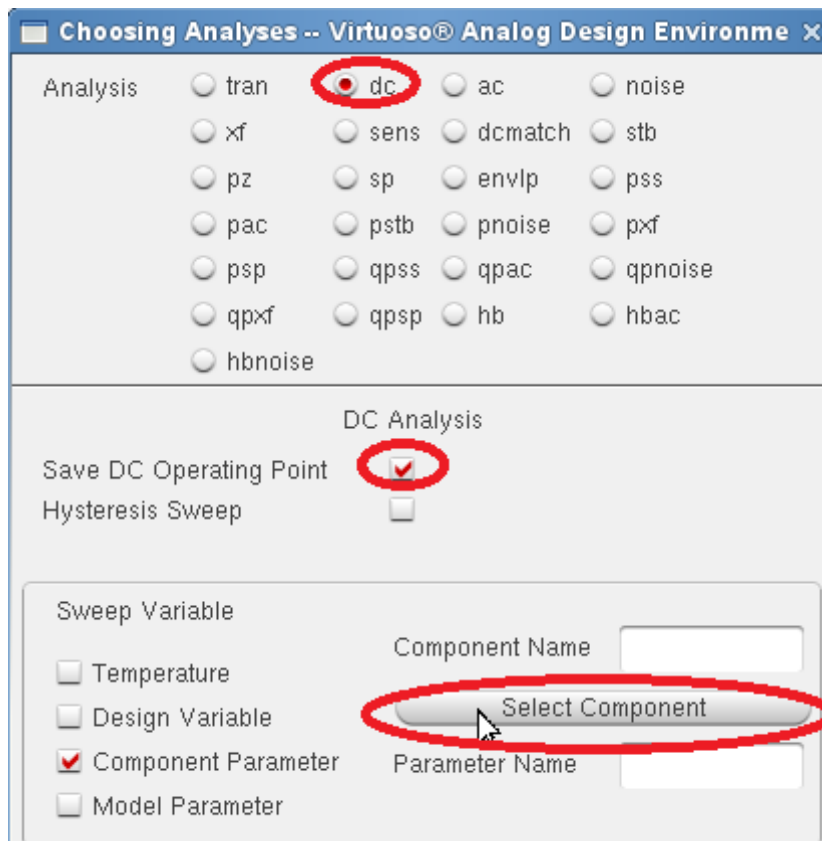
19. Z okna edytora schematu wybierz **Launch-->ADE L**. Jest to główne okno symulacji. Tutaj będziemy ustawiali parametry symulacji.

20. Po prawej stronie okna **Virtuoso Analog Design Environment** wybierz **Choose Analyses**.

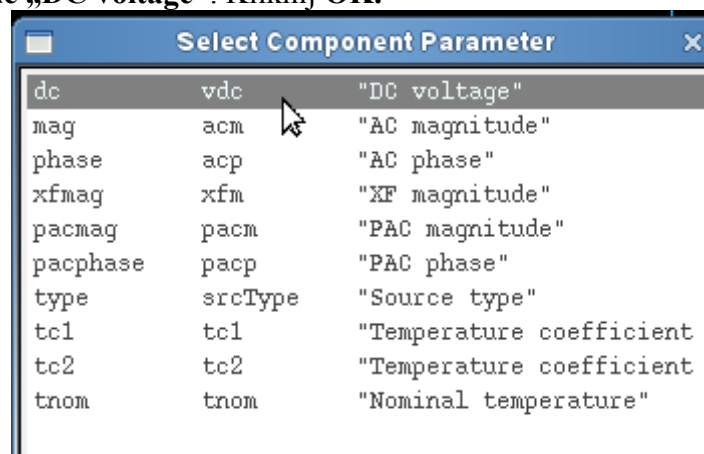


21. W nowym oknie wybierz

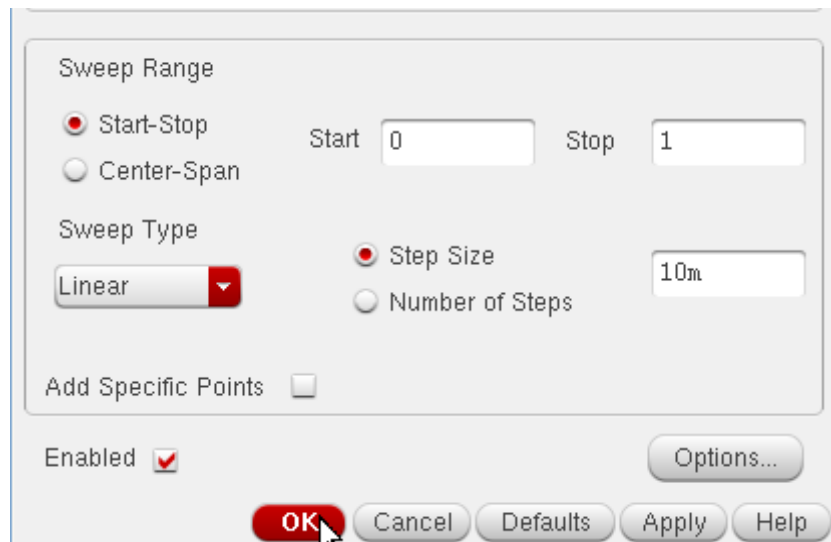
1. Analizę **dc**.
2. Opcję **Save DC Operating Point**



22. Następnie kliknij na przycisk **Select Component**.
23. Przejdź do okna edytora schematu i kliknij na źródło **Vgs**. W pojawiającym się oknie wybierz **dc vdc „DC voltage”**. Kliknij **OK**.

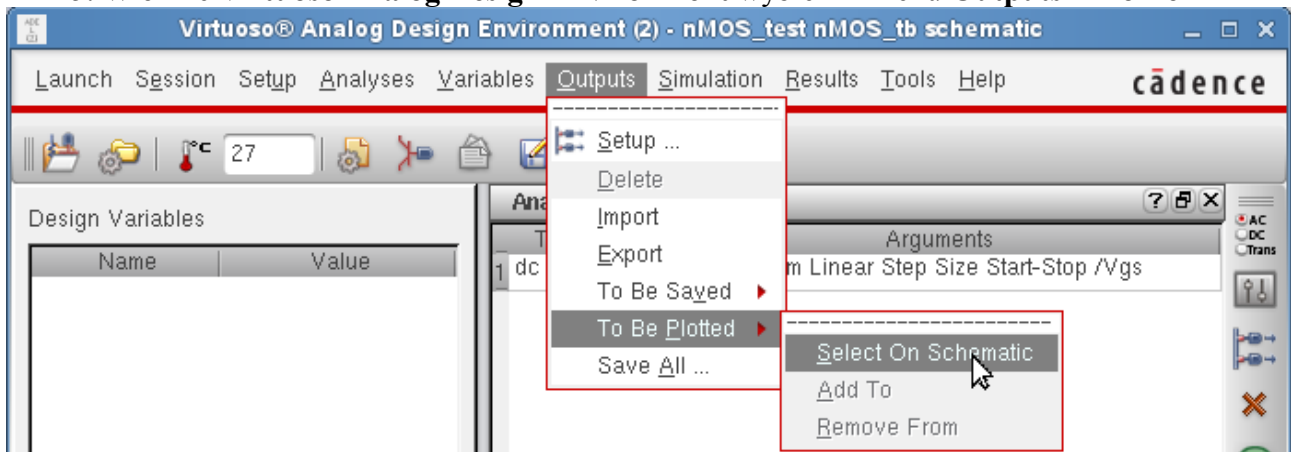


24. Przejdź z powrotem do okna **Choosing Analyses** i uzupełnij dolną część ekranu zgodnie z rysunkiem i kliknij **OK**.



Twoja symulacja jest już prawie gotowa. Teraz musisz tylko dodać sygnał do wykreślenia.

25. W oknie **Virtuoso Analog Design Environment** wybierz z menu **Outputs-->To Be**



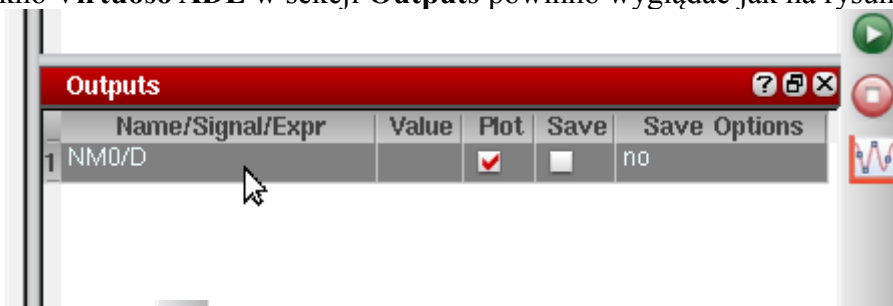
Plotted-->Select on Schematic.


26. W oknie edytora schematu kliknij na drenie tranzystora.

UWAGA: Klikając na terminal lub element, dodajesz prąd do listy wyświetlanych sygnałów.

Klikając na niebieski przewód, dodajesz napięcie.

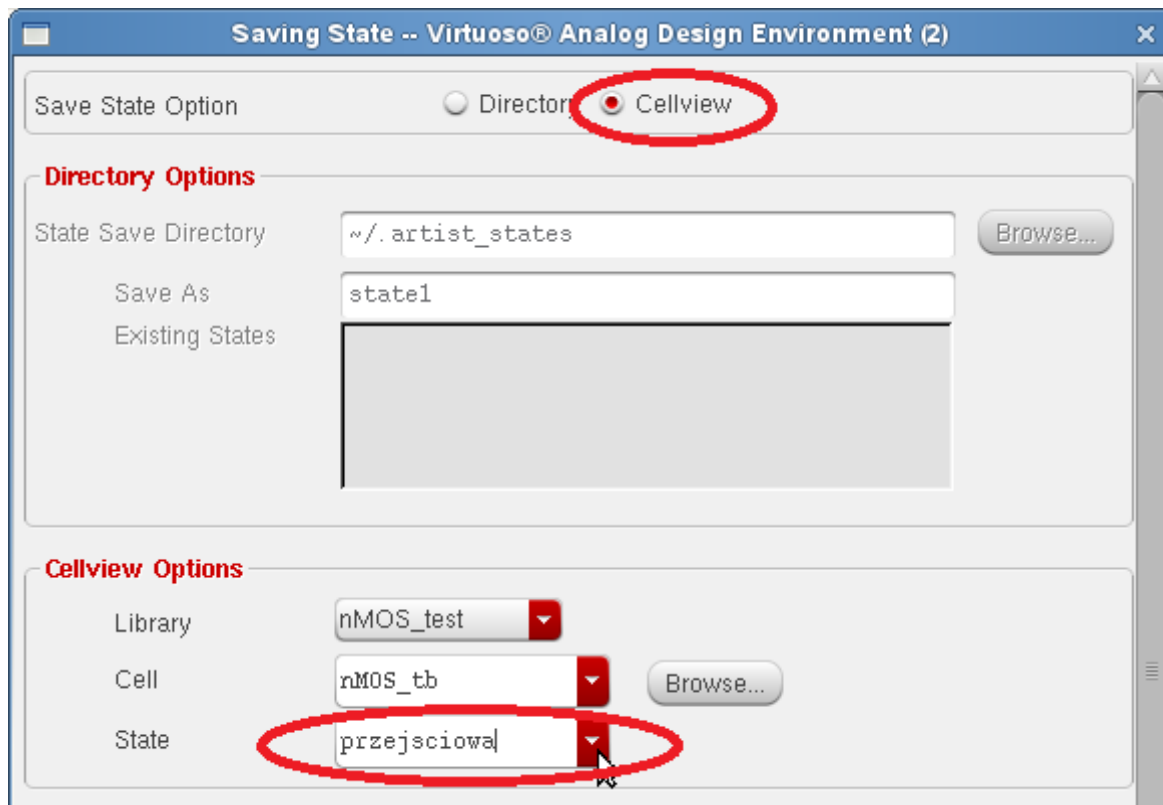
27. Twoje okno **Virtuoso ADE** w sekcji **Outputs** powinno wyglądać jak na rysunku



28. Kliknij na przycisk 

29. Ekranie powinien pojawić się wynik symulacji Id vs. Vgs.

30. W oknie **Virtuoso ADE** wybierz z menu **Session-->Save State** i wypełnij formularz zgodnie z rysunkiem.



Zadanie dla studenta:

Samodzielnie zmień ustawienia symulacji, tak aby otrzymać charakterystykę wyjściową **Id vs Vds**.
Zapisz nową sesję pod nazwą **wyjsciowa**.

Chwila na dyskusję

1. Na wykresie I_d vs V_{ds} zaznacz obszary pracy tranzystora nMOS.
2. W jakim zakresie jest mój tranzystor? Jak go ustawić?
3. Jaki parametr wiąże prąd płynący przez tranzystor z napięciem bramka-źródło? Jak go obliczyć?