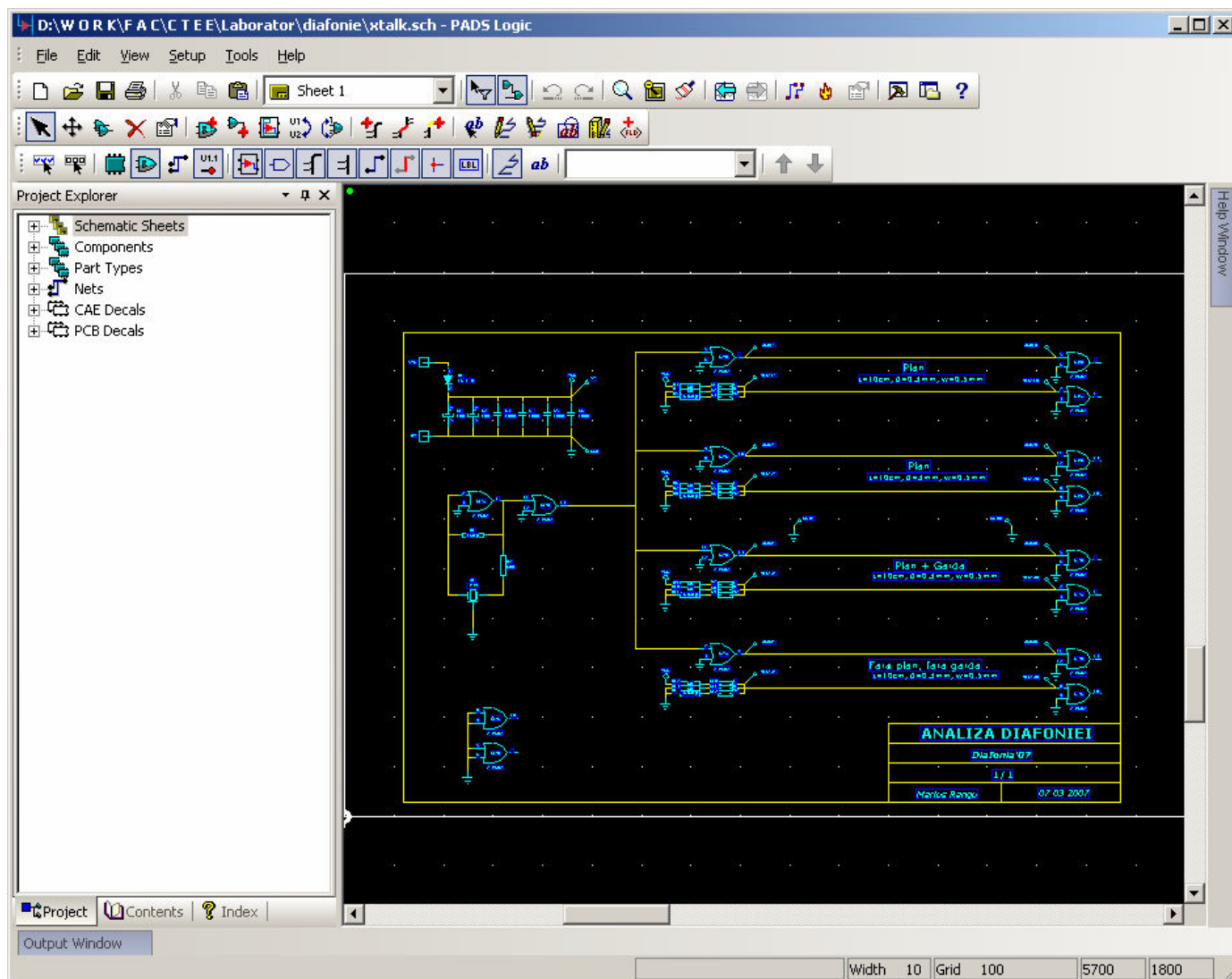


PADS INTRO SCHEME ELECTRONICE

Marius RANGU, 2007

marius.rangu@etc.upt.ro

Editarea schemelor electronice se realizează utilizând aplicația **PADS Logic**, a cărei interfață este reprodusă mai jos:



INTERFAȚA PADS LOGIC

Interfața editorului de scheme electronice, reprodusă în figura de mai sus, conține:

- **Foaia de lucru (Sheet)**, pe care se amplasează toate simbolurile ce constituie schema electronică (simboluri de componente, simboluri de interconectare, elemente grafice, etc.)
- **Panoul de navigare (Project Explorer)**, util pentru identificarea rapidă a elementelor proiectului (componente, conexiuni, etc)

- **Bara de instrumente principală (Standard Toolbar)**, în care se regăsesc butoane pentru principalele acțiuni de gestionare a proiectului (salvare, selecție foaie, transfer, etc.)



- **Două bare de instrumente suplimentare**, ce pot fi activate / dezactivate utilizând butoanele  și :

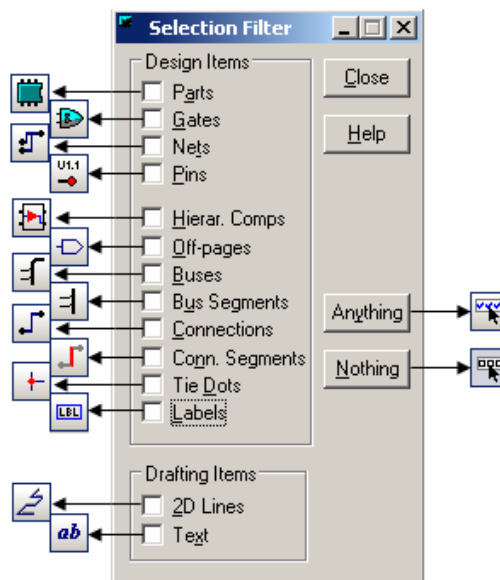
- **Design Toolbar** → instrumente de editare a schemei electronice




- **Selection Toolbar** → Instrumente de configurare a filtrului de selecție

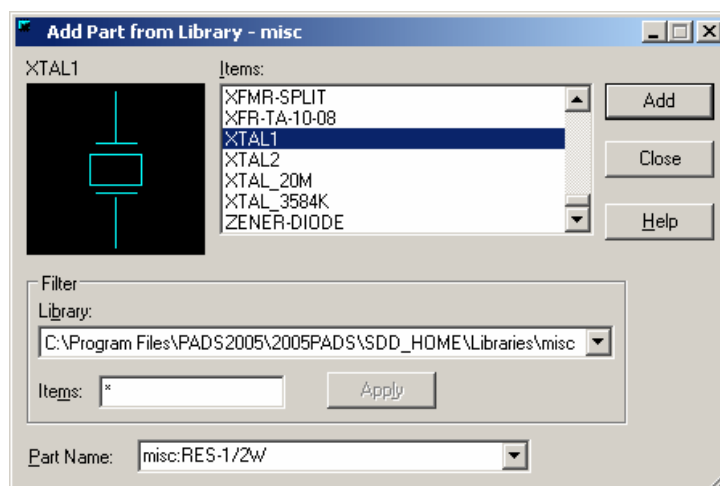


FILTRUL DE SELECȚIE (Selection Filter) reprezintă un instrument cu ajutorul căruia se poate restricționa selectarea diferitelor categorii de obiecte din care sunt construite schemele electronice: componente, porți, conexiuni, etichete, etc. Opțiunile de filtrare sunt accesibile atât pe bara de instrumente *Selection Toolbar* prezentată mai sus, cât și în fereastra reprodusă în figura de mai jos, activată cu *Click dreapta* → *Filter* (în modul de lucru "Selecție") sau cu combinația de taste **CTRL+ALT+F**.



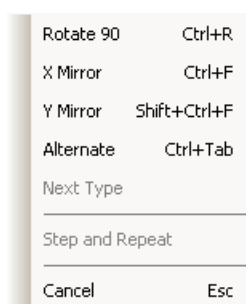
PLASAREA COMPONENTELOR

Plasarea componentelor pe foaia de lucru se inițiază utilizând butonul [Add Part](#): 
 Selectarea componentei ce va fi amplasată se realizează în fereastra reprodusă în figura de mai jos:



La amplasarea componentelor pe foaia de lucru, acestea vor primi automat o referință (R1, R2, ...) corespunzătoare prefixului stabilit la editarea componentei prin configurarea familiei logice (RES → prefix "R"). Referințele pot fi editate ulterior, însă **este interzisă asocierea aceleiași referințe mai multor componente** (nu pot exista două rezistoare "R1" !!!).

În modul de amplasare, printr-un click pe butonul din stânga al mouse-ului se poziționează o componentă pe foaia de lucru iar printr-un click pe butonul din dreapta se activează meniul de amplasare reprodus mai jos, care oferă opțiuni de poziționare ([Rotate](#), [Mirror](#)) și opțiunea de selectare a unui simbol alternativ ([Alternate](#)), dacă în definirea componentei (Part) au fost specificate mai multe simboluri (CAE Decals)



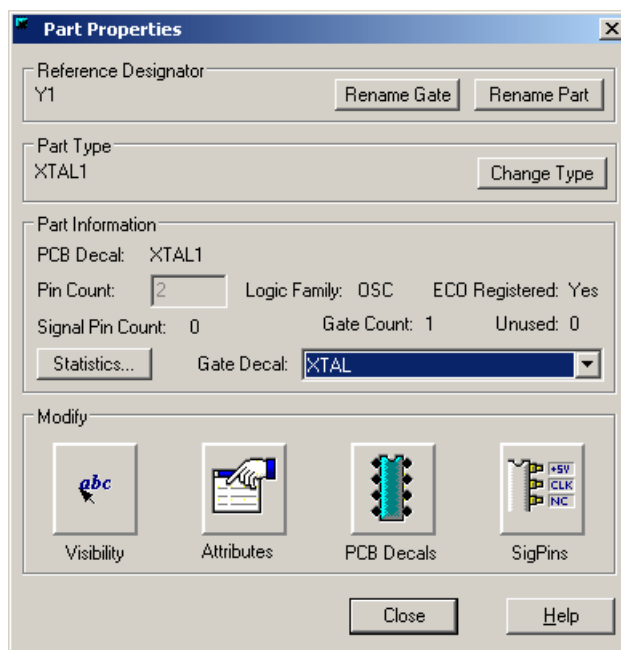
După plasarea componentelor, acestea pot fi editate printr-un dublu-click pe simbolul componentei (sau click dreapta → Properties), în fereastra reprodusă mai jos.

Sunt permise următoarele operații de editare:

- **Redenumirea componentei** ([Rename Part](#)) = modificarea referinței (R1 → R2)
- **Redenumirea părții de componentă** ([Rename Gate](#)) = selecția unei alte părți de componentă (U1-A → U2-C), valabilă doar în cazul componentelor cu mai multe părți, cum ar fi porțile logice
- **Selecția unui simbol alternativ** al componentei ([Gate Decal](#))
- **Specificarea opțiunilor de vizibilitate** pentru proprietățile componentei ([Visibility](#))
- **Modificarea proprietăților** componentei ([Attributes](#))
- **Selecția amprente de cablaj** ([PCB Decals](#))
- **Configurarea pinilor ascunși** ([SigPins](#))



La selecția amprentei de cablaj sunt disponibile doar cele asociate la definirea componentei (part)



[Cum se plasează și editează componentele](#)

INTERSCHIMBAREA COMPONENTELOR / PINILOR (SWAP)

Operația de interschimbare **-SWAP-** are o semnificație aparte în special pentru proiectarea cablajului imprimat, întrucât dispunerea geometrică a conexiunilor poate simplifica sau îngreuna considerabil operația de rutare. Deoarece operația de interschimbare se poate efectua la oricare dintre cele două niveluri ale unui proiect PCB (schemă electronică – cablaj imprimat), pentru sincronizarea proiectului funcția SWAP este *ECO-transferabilă*^{*}.

La nivel de schemă electronică, se pot interschimba:

1. Componente echivalente ([Swap Reference Designators](#))
2. Părți de componentă echivalente ([Swap Reference Designators](#)) – dacă au același cod SWAP la definirea în bibliotecă a componentei
3. Pini echivalenți ([Swap Pins](#)) – dacă au același cod SWAP la definirea în bibliotecă a componentei



[Cum se utilizează funcțiile SWAP în schema electronică](#)

^{*} ECO = Engineering Changing Order: operația de actualizare în schema electronică a modificărilor efectuate la nivel de cablaj imprimat, respectiv de actualizare în cablajul imprimat a modificărilor efectuate la nivel de schemă electronică.


INTERCONECTAREA

Pentru specificarea conexiunilor dintre componente sunt disponibile următoarele simboluri de interconectare:

- **Fire** (Wire)
- **Etichete** (Net label)
- **Magistrale** (Bus)
- **Simboluri speciale** (Power, Ground, Off-page)
- **Pini ascunși** (Signal Pins)

INTERCONECTAREA CU FIRE (WIRE)



Interconectarea cu fire este cea mai intuitivă și mai frecvent întâlnită modalitate de interconectare, și presupune trasarea de fire între terminalele între care se dorește definirea unei conexiuni. Pentru trasarea firelor se utilizează butonul  de pe bara instrumentelor de editare.

Intersecția firelor se poate realiza cu sau fără **joncțiune**, aceasta definind o conexiune între două fire.



[Cum se realizează conexiunile cu fire](#)

INTERCONECTAREA CU ETICHETE (NET LABEL)



Toate conexiunile definite într-o schemă electronică primesc automat un nume, utilizat de către program pentru gestionarea conexiunilor. Stabilirea aceluiași nume pentru două conexiuni determină interconectarea acestora, operație denumită **etichetare**.

Pentru etichetarea unei conexiuni:

- se trasează un segment de fir neterminat
- se editează proprietățile firului și se specifică un nume pentru conexiune
- se atașează o etichetă pentru numele conexiunii (**net name label**). Aceasta nu este obligatorie pentru interconectare, însă este indispensabilă pentru identificarea de către utilizator a conexiunilor realizate prin etichetare.

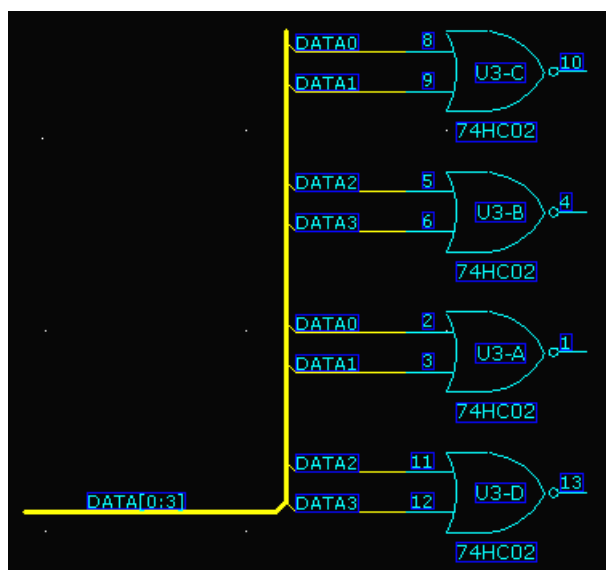


Toate conexiunile cu același nume, inclusiv cele de alimentare / masă, vor fi interconectate !



[Cum se realizează conexiunile cu etichete](#)

INTERCONECTAREA PRIN MAGISTRALĂ (BUS)



Magistrala (**bus**) reprezintă un simbol de interconectare utilizat pentru a reprezenta mai multe conexiuni distincte ce parcurg același traseu. La magistrală se pot conecta oricâte fire etichetate (etichetarea semnalelor de pe magistrală este gestionată de către program), regula de conectivitate fiind similară celei prezentate mai sus pentru etichete: **toate semnalele ce au același nume aparțin aceleiași conexiuni**.

PADS Logic permite definirea a două tipuri de magistrale, diferența dintre acestea constând doar în modul de etichetare a semnalelor:

- **Magistrale binare (bit format)**: toate semnalele magistralei au același nume și un sufix numeric, spre exemplu "Data0", "Data1", ... "Data7". Pentru magistralele binare se utilizează un format de etichetare specific, respectând sintaxa:

<Nume comun> [<primul sufix numeric> : <ultimul sufix numeric>]

Spre exemplu pentru ca o magistrală binară să conțină semnalele "Data0", ... "Data7" numele acesteia trebuie să fie "**Data[0:7]**" (*fără spații !!!*)

- **Magistrale mixte (mixed net)**: semnalele magistralei pot avea orice nume, atât în format binar ("Data0", ... "Data7") cât și nume independente ("Clk", "Enable", etc.). Magistralele mixte se etichetează într-un tabel de tipul celui din figura de mai jos:

Bus Nets:		
Name/Prefix	Start	End
DATA	0	7
CLK		
ENABLE		



Interconectarea prin magistrală este similară celei prin etichetare, diferența constând doar în reprezentarea grafică specifică

Pentru plasarea / editarea magistralelor se utilizează trei butoane de pe bara de instrumente:



(Add Bus) Pentru plasarea unei magistrale



(Split Bus) Pentru secționarea unei magistrale



(Extend Bus) Pentru prelungirea unei magistrale



[Cum se realizează conexiunile prin magistrală](#)

INTERCONECTAREA CU SIMBOLURI SPECIALE (POWER, GROUND, OFF-PAGE)

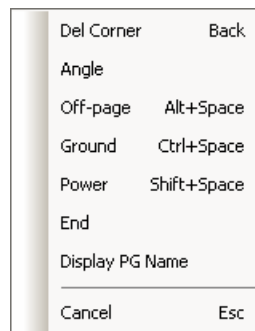


PADS Logic include trei simboluri speciale de interconectare (definite ca și componente speciale – fără amprentă de cablaj – în biblioteca *common*):

- **Power** pentru realizarea conexiunilor de alimentare
- **Ground** pentru realizarea conexiunilor de masă
- **Off-page** pentru realizarea conexiunilor în exteriorul paginii (pentru schemele electronice realizate pe mai multe foi de lucru)

Aceste simboluri au asociată proprietatea **NetName** care, la fel ca și în situația etichetării, determină conectivitatea după regula **toate simbolurile speciale cu același nume aparțin aceleiași conexiuni**.

Simbolurile speciale se plasează odată cu trasarea firelor, prin selectarea opțiunii Power, Ground sau Off-page din meniul activat cu butonul din dreapta al mouse-ului, reprodus în figura de mai jos:



INTERCONECTAREA CU PINI ASCUNȘI (SIGNAL PINS)

Signal Pins:	
Pin	Signal Name
7	GND
14	+5V

Pinii ascunși (**Signal Pins**) sunt pini ce aparțin componentei fără a avea o reprezentare grafică, și care se conectează automat la semnalele cu același nume. Cel mai frecvent pinii ascunși se utilizează pentru specificarea conexiunilor de alimentare.

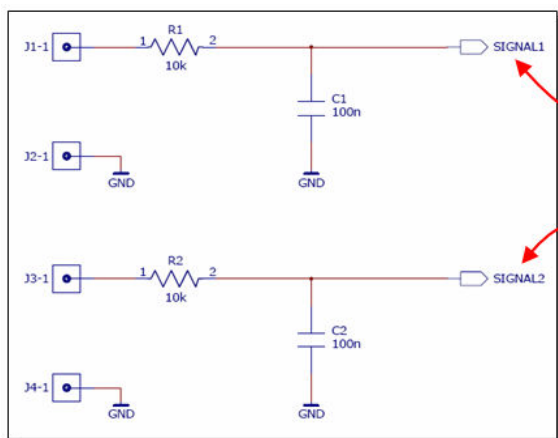
Pinii ascunși se definesc la nivelul bibliotecilor de componente (parts), însă numele acestora (**Signal Name**) pot fi modificate din schema electronică prin modificarea proprietăților componentei.



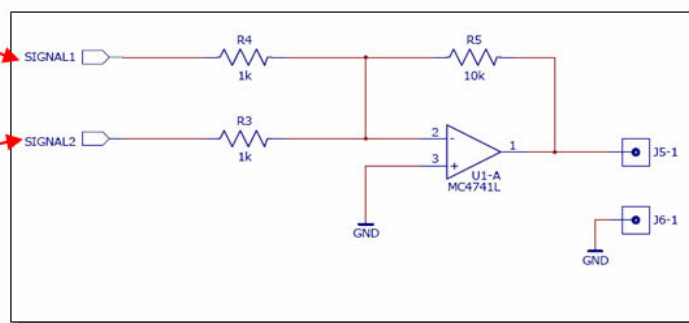
[Cum se realizează conexiunile prin simboluri speciale și pini ascunși](#)

CONCATENAREA SCHEMELOR ELECTRONICE

În anumite situații, fie datorită dimensiunii schemei electronice, fie datorită necesității de organizare după anumite criterii de funcționalitate, devine ineficientă realizarea acesteia pe o singură foaie de lucru. Cea mai simplă modalitate de a defini o schemă electronică pe mai multe foi (*multi-sheet*) poartă denumirea de **concatenare** și este ilustrată în figura de mai jos:



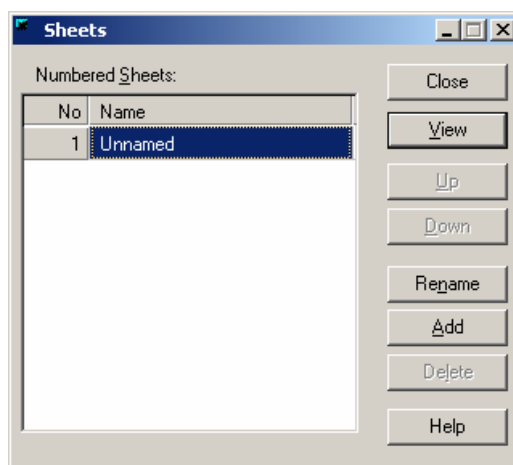
Schema1



Schema2

Concatenarea presupune editarea schemei electronice pe mai multe foi de lucru plasate pe același nivel ierarhic și interconectarea acestora pe orizontală, utilizând simbolurile speciale de conexiune inter-pagină (*off-sheet*). Regula de conectivitate (binecunoscută deja) este: **toate simbolurile de conectare inter-pagină cu același nume, indiferent pe ce pagină de lucru sunt plasate, aparțin aceleiași conexiuni.**

Gestionarea foilor de lucru aparținând unei scheme electronice se realizează în fereastra reprodusă în figura de mai jos, activată utilizând comanda de meniu **Setup → Sheets**:



Toate cele trei simboluri speciale (Power, Ground, Off-page) pot realiza conexiuni inter-pagină, prin urmare nici la concatenarea și nici la ierarhizarea schemelor electronice NU este necesară conducerea alimentărilor prin simboluri Off-Page



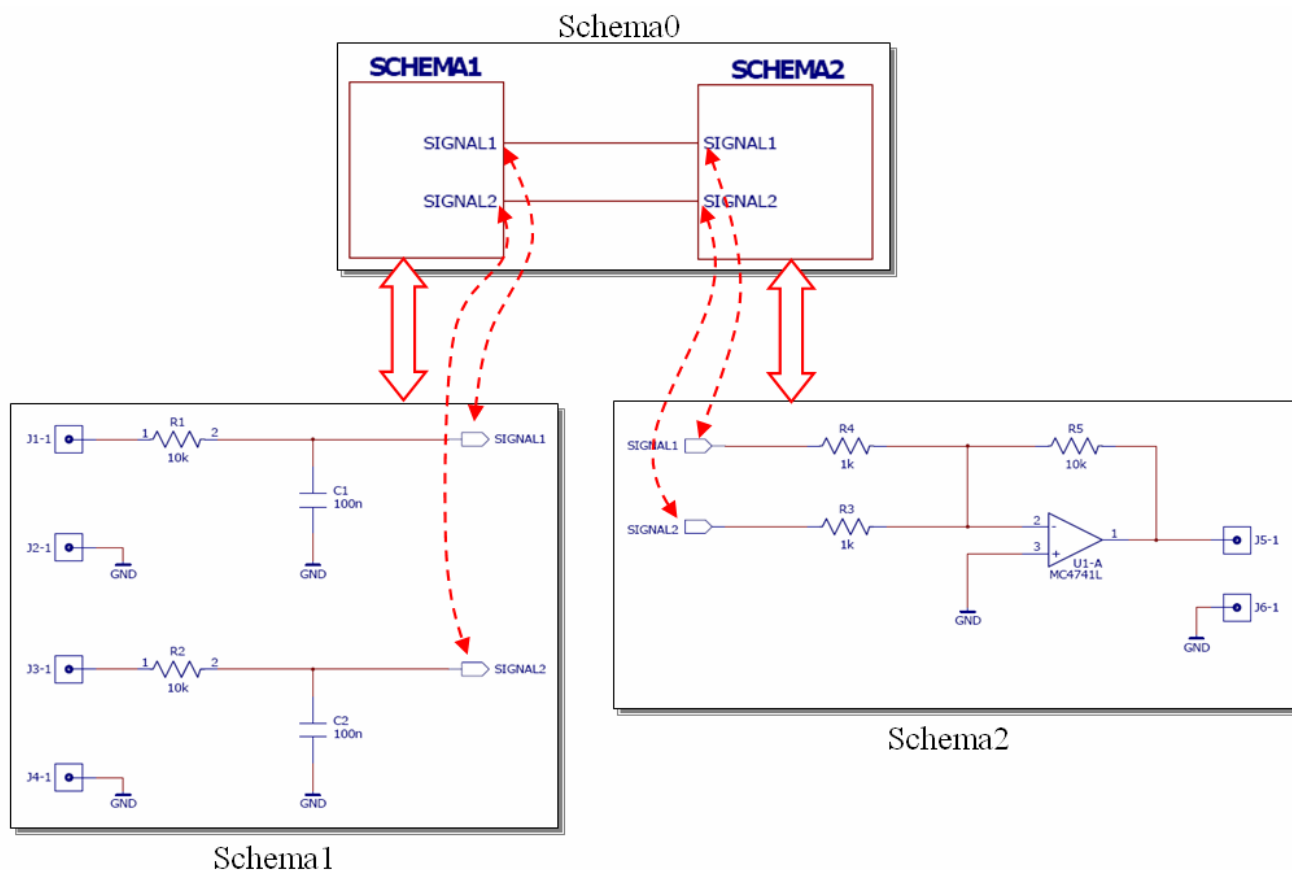
[Cum se realizează schemele electronice concatenate](#)

IERARHIZAREA SCHEMELOR ELECTRONICE

Ierarhizarea reprezintă o variantă de reprezentare a unei scheme electronice pe mai multe foi de lucru, caracterizată de:

- Reprezentarea foilor de lucru ca **simboluri ierarhice** (*hierarchical symbol*)
- Existența a cel puțin două **niveluri ierarhice**: unul de plasare a simbolurilor ierarhice (nivelul 0) și unul de detaliere a acestora

Ierarhizarea schemelor electronice este ilustrată în figura de mai jos:



Ierarhizarea este de fapt o modalitate de reprezentare a unei scheme electronice ce conține un întreg bloc funcțional prin intermediul unui singur simbol, ce definește o instanță a blocului în schema electronică principală și conexiunile acestuia cu restul circuitului.



La fel ca în cazul concatenării, conexiunile sunt definite de simbolurile de interconectare inter-pagină plasate pe nivelul de detaliere a blocurilor ierarhice. Conexiunile de pe nivelul ierarhic superior au un rol mai degrabă ilustrativ, conectivitatea fiind determinată de etichetarea semnalelor pe nivelurile ierarhice inferioare

Unul dintre avantajele opțiunii de ierarhizare (comparativ cu cea de concatenare) constă în posibilitatea **instanțierii multiple**: același bloc funcțional (definit ca bloc ierarhic) poate fi introdus de mai multe ori în schema electronică, renumerotarea componentelor pentru a nu exista suprapuneri fiind gestionată automat de către program.



[Cum se realizează schemele electronice ierarhizate](#)

DOCUMENTAREA SCHEMEI ELECTRONICE

Etapa de documentare a schemei electronice (adeseori neglijată în activitatea de proiectare, însă indispensabilă pentru implementarea practică a unui proiect) se rezumă de cele mai multe ori la două operații:

1. Listarea schemei electronice (în PADS Logic există opțiunea de listare direct în format PDF, cu comanda de meniu [File → Create PDF](#))
2. Generarea listei de componente

Lista de componente se generează ca raport cu comanda de meniu [File → Reports](#), selectând opțiunea [Bill of Materials](#). Configurarea formatului și a capului de tabel utilizat la generarea listei se realizează cu comanda Setup, principalele câmpuri disponibile fiind cele prezentate în tabelul de mai jos:



ITEM	Număr curent
PART-TYPE	Codul componentei
Description	Descriere
Value	Valoarea
QTY	Cantitate
REF-DES	Numele componentelo (poziții montare)
PCB DECAL	Amprenta de cablaj asociată

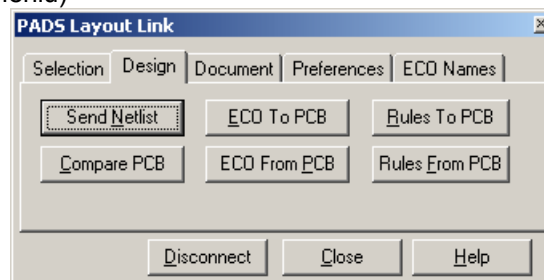
Utilizând tab-ul [Clipboard View](#), cu succesiunea de comenzi [Select All → Copy](#) se poate transfera întreaga listă direct în memoria sistemului de operare, de unde poate fi apoi introdusă într-o alt editor cum ar fi Word sau Excel

TRANSFERUL LISTEI DE CONEXIUNI

După finalizarea schemei electronice, în reprezentarea internă a programului a fost definită o bază de date ce conține componentele din componența schemei și conexiunile dintre acestea, denumită "[listă de conexiuni](#)" ([netlist](#)).

Pentru proiectarea cablajului imprimat este necesar transferul acesteia de la nivelul editorului de scheme electronice (PADS Logic) la nivelul editorului PCB (PADS Layout). Pentru aceasta:

1. Se lansează în execuție programul PADS Layout
2. Cu comanda [Tools → PADS Layout](#) sau butonul  de pe bara de instrumente se stabilește conexiunea între cele două module PADS (Logic + Layout).
3. Cu butonul  se deschide fereastra de configurare a conexiunii, reprodusă în figura de mai jos (acest pas nu este necesar dacă a fost stabilită conexiunea utilizând comanda din meniu)



4. Din tab-ul [Design](#) se selectează opțiunea [Send Netlist](#). Operația are ca efect încărcarea listei de conexiuni în PADS Layout.