

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



5 A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

5-03 SZÁMÍTÓGÉPPSEL SEGÍTETT TERVEZÉS

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00



BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TARTALOM

- A CAD rendszerek
- Rendszerszemlélet – elektronikai tervezés
- Az elektronikai tervezés lépései
 - Kapcsolási rajz szerkesztés
 - Áramköri szimuláció
 - Nyomtatott huzalozású lemez (NYHL) tervezés
 - Szimuláció (termikus, elektromágneses)
 - Módosítás



Számítógéppel segített tervezés 2/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A CAD


„Computer Aided Design” (CAD) =
„Számítógéppel Segített Tervezés”

Áramkör tervező rendszerek:
Proteus, OrCAD, Pads, Eagle, ...

Moduláris rendszerek

Az OrCAD rendszer fontosabb alprogramjai:

- **OrCAD Capture:** Ipari szabványú kapcsolási rajz szerkesztő, amely számos más tervezőrendszerhez illeszkedik.
- **PSpice A/D:** Analóg, digitális és vegyes szimulátor program.
- **OrCAD Layout:** NYHL tervező program (huzalozástervezés).



Számítógéppel segített tervezés 3/38

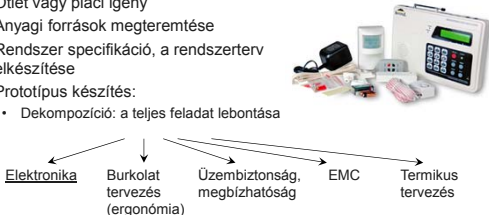
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Számítógéppel segített tervezés

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A RENDSZER MEGVALÓSÍTÁS LÉPÉSEI

- Ötlet vagy piaci igény
- Anyagi források megteremtése
- Rendszer specifikáció, a rendszerterv elkészítése
- Prototípus készítés:
 - Dekompozíció: a teljes feladat lebontása



- Összeszerelés
- Tesztelés, ellenőrzés
- Gyártás előkészítés

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 4/38

A RENDSZER MEGVALÓSÍTÁS LÉPÉSEI

Gyártás előkészítés, gyártás

- Gyártási technológia tervezése
 - Furatszerelt / felületszerelt
 - Nagy sorozatra NYHL tervezés optimális paraméterekkel
 - NYHL méret
 - Forrasztási technológia (hullám, újraömlesztéses és/vagy kézi?)
- Gyártósorok, üzem felállítás, megbízása
 - Logisztika
 - Alkatrész beszerzés
- Minőség-ellenőrzés
- Értékesítés
- Szerviz
 - Megbízhatóbb gyártás → kisebb szerviz költség

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 5/38

TARTALOM (HOL TARTUNK?)

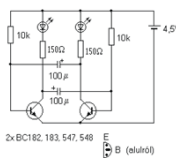
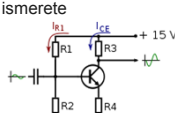
- A CAD rendszerek
- Rendszerszemlélet – elektronikai tervezés
- Az elektronikai tervezés lépései
 - Kapcsolási rajz szerkesztés
 - Szimuláció
 - Nyomtatott huzalozású lemez (NYHL) tervezés

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 6/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

AZ ÁRAMKÖR TERVEZÉS LÉPÉSEI

- A mérnök tervez, a CAD rendszer csak segít
- Lépések: 1. Kapcsolási rajz → 2. Szimuláció → 3. NYHL tervezés
- Szükséges ismeretek:
 - Alapkapcsolások ismerete
 - Alkatrészek adatbázisa (CIS – Component Information System)
 - Elvi kapcsolási rajz szimbólumok
 - Szimuláció esetén szimulációs szoftver ismerete

BMEETT 7/38

AZ ÁRAMKÖR TERVEZÉS LÉPÉSEI

- A mérnök tervez, a CAD rendszer csak segít
- Lépések: 1. Kapcsolási rajz → 2. Szimuláció → 3. NYHL tervezés
- Szükséges ismeretek:
 - Szimulációs szoftver lehetőségeinek és határainak ismerete (ne várjunk el többet, mint amire a szoftver képes, pl. oszcillátorok szimulációjának problémája)
 - A használt modellek ismerete (pl. egy erősítő modellbe be van-e építve, hogy ±15V tápfeszültségnél nem bír el többet)



BMEETT 8/38

Számítógéppel segített tervezés

AZ ÁRAMKÖR TERVEZÉS LÉPÉSEI

- A mérnök tervez, a CAD rendszer csak segít
- Lépések: 1. Kapcsolási rajz → 2. Szimuláció → 3. NYHL tervezés
- Szükséges ismeretek:
 - Alkatrész elrendezési stratégiák
 - Huzalozási stratégiák
 - Technológiai ismeretek
 - Elérhető footprintek (alkatrész lábnyoma, fizikai megvalósulása)
 - Egyéb szempontok:
 - Termikus analízis
 - EMC (Electro Magnetic Compatibility) analízis
 - „Jeltisztaság” analízis



BMEETT 9/38

Számítógéppel segített tervezés

Számítógéppel segített tervezés

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

TARTALOM (HOL TARTUNK?)

- A CAD rendszerek
- Rendszerszemlélet – elektronikai tervezés
- Az elektronikai tervezés lépései
 - **Kapcsolási rajz szerkesztés**
 - Szimuláció
 - Nyomtatott huzalozású lemez (NYHL) tervezés

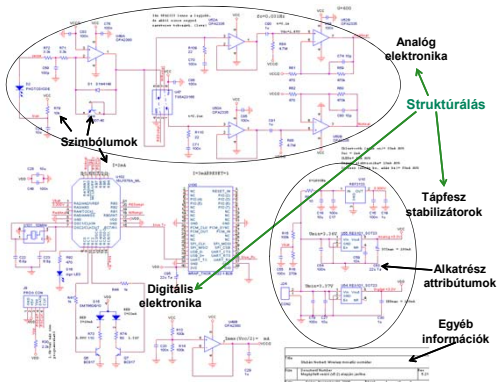
ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

- A SZERKESZTÉS részfeladatai:



1. szimbólumok keresése (könyvtárszerkezet, fájlok),
2. strukturálás,
3. az alkatrész-szimbólumok **elhelyezése** (és) szerkesztése,
4. **összeköttetések** létesítése,
5. az alkatrészek adatainak (**attribútumok**) szerkesztése,
6. **egyéb információk** elhelyezése, szerkesztése,
7. **kimeneti dokumentációk** készítése.

A KAPCSOLÁSI RAJZ RÉSZEI



A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

A szerkesztés a rajzlap(ok) számának és méreteinek „becslésével” kezdődik:

Ha egy rajzlapon nem fér el: több rajzlap kell.

Ha több egyforma egység van:

- megoldható blokkokkal, vagy
- hierarchikus rajzrendszerrel (hasonló mint a szubrutin)

A hierarchikus rajzrendszer szemléltetése

Sch. Page 3 off page connector Sch. Page 4

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 13/38

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

Project (projekt neve), design (a kapcsolási rajzok gyűjteménye)

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 14/38

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

Egy fázisban tetszőleges számú szimbólum felhelyezhető, de célszerű funkcionális egységre bontva végezni a rajzszerkesztést.

Mikor kell a szimbólumot szerkeszteni vagy újat készíteni?

- ha nem megfelelő,
- ha nem találjuk a könyvtárakban (fájlokban),
- ha speciális alkatrész szimbólumot akarunk használni.

Minden esetben célszerű egy meglévő rajzolatból kiindulni!

Szimbólum szerkesztése (Edit Part) a „szokásos grafikus módon” történhet:

Meglévő (kijelölt) részek:

- törhető,
- másolható,
- szerkeszthetők.

Új elemek:

- felrakható
- beállíthatók.

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 15/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

VCC_CIRCLE

Tápfeszültség (ha látszik)

Föld (különböző típusai)

Hierarchikus port

PORTLEFT-L

OFFPAGELEFT-L

Külső csatlakozó

Bekötetlen kivezetés

U2

NET4

NET3

NET2

NET1

74276

BMEETT

Számítógéppel segített tervezés

16/38

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

Az alkatrész tulajdonságai (Properties): név, grafikai megjelenés,

ID	Implementation	Implementation Path	Implementation Type
74273			PSpice Model
74276			PSpice Model

szimulációs modell,

Part Reference	PCB Footprint	Power Pins Visible	Primitive
U1	DIP:100/20WV,300L1,000	<input type="checkbox"/>	DEFAULT
U2	DIP:100/20WV,300L1,000	<input type="checkbox"/>	DEFAULT

azonosító, layout szimbólum, Tápfeszültség látható?

Reference	Source Library	Source Package	Value
U1	D:\ORCAD\EMO\CAPTURE\LIBRARY\PSpice\Olb	74273	74273
U2	D:\ORCAD\EMO\CAPTURE\LIBRARY\PSpice\Olb	74276	74276

forrás

érték

U1

U2

U?

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

D8

Q1

Q2

Q3

Q4

Q5

Q6

Q7

Q8

Q9

Q10

Q11

Q12

Q13

Q14

Q15

Q16

Q17

Q18

Q19

Q20

Q21

Q22

Q23

Q24

Q25

Q26

Q27

Q28

Q29

Q30

Q31

Q32

Q33

Q34

Q35

Q36

Q37

Q38

Q39

Q40

Q41

Q42

Q43

Q44

Q45

Q46

Q47

Q48

Q49

Q50

Q51

Q52

Q53

Q54

Q55

Q56

Q57

Q58

Q59

Q60

Q61

Q62

Q63

Q64

Q65

Q66

Q67

Q68

Q69

Q70

Q71

Q72

Q73

Q74

Q75

Q76

Q77

Q78

Q79

Q80

Q81

Q82

Q83

Q84

Q85

Q86

Q87

Q88

Q89

Q90

Q91

Q92

Q93

Q94

Q95

Q96

Q97

Q98

Q99

Q100

Q101

Q102

Q103

Q104

Q105

Q106

Q107

Q108

Q109

Q110

Q111

Q112

Q113

Q114

Q115

Q116

Q117

Q118

Q119

Q120

Q121

Q122

Q123

Q124

Q125

Q126

Q127

Q128

Q129

Q130

Q131

Q132

Q133

Q134

Q135

Q136

Q137

Q138

Q139

Q140

Q141

Q142

Q143

Q144

Q145

Q146

Q147

Q148

Q149

Q150

Q151

Q152

Q153

Q154

Q155

Q156

Q157

Q158

Q159

Q160

Q161

Q162

Q163

Q164

Q165

Q166

Q167

Q168

Q169

Q170

Q171

Q172

Q173

Q174

Q175

Q176

Q177

Q178

Q179

Q180

Q181

Q182

Q183

Q184

Q185

Q186

Q187

Q188

Q189

Q190

Q191

Q192

Q193

Q194

Q195

Q196

Q197

Q198

Q199

Q200

Q201

Q202

Q203

Q204

Q205

Q206

Q207

Q208

Q209

Q210

Q211

Q212

Q213

Q214

Q215

Q216

Q217

Q218

Q219

Q220

Q221

Q222

Q223

Q224

Q225

Q226

Q227

Q228

Q229

Q230

Q231

Q232

Q233

Q234

Q235

Q236

Q237

Q238

Q239

Q240

Q241

Q242

Q243

Q244

Q245

Q246

Q247

Q248

Q249

Q250

Q251

Q252

Q253

Q254

Q255

Q256

Q257

Q258

Q259

Q260

Q261

Q262

Q263

Q264

Q265

Q266

Q267

Q268

Q269

Q270

Q271

Q272

Q273

Q274

Q275

Q276

Q277

Q278

Q279

Q280

Q281

Q282

Q283

Q284

Q285

Q286

Q287

Q288

Q289

Q290

Q291

Q292

Q293

Q294

Q295

Q296

Q297

Q298

Q299

Q300

Q301

Q302

Q303

Q304

Q305

Q306

Q307

Q308

Q309

Q310

Q311

Q312

Q313

Q314

Q315

Q316

Q317

Q318

Q319

Q320

Q321

Q322

Q323

Q324

Q325

Q326

Q327

Q328

Q329

Q330

Q331

Q332

Q333

Q334

Q335

Q336

Q337

Q338

Q339

Q340

Q341

Q342

Q343

Q344

Q345

Q346

Q347

Q348

Q349

Q350

Q351

Q352

Q353

Q354

Q355

Q356

Q357

Q358

Q359

Q360

Q361

Q362

Q363

Q364

Q365

Q366

Q367

Q368

Q369

Q370

Q371

Q372

Q373

Q374

Q375

Q376

Q377

Q378

Q379

Q380

Q381

Q382

Q383

Q384

Q385

Q386

Q387

Q388

Q389

Q390

Q391

Q392

Q393

Q394

Q395

Q396

Q397

Q398

Q399

Q400

Q401

Q402

Q403

Q404

Q405

Q406

Q407

Q408

Q409

Q410

Q411

Q412

Q413

Q414

Q415

Q416

Q417

Q418

Q419

Q420

Q421

Q422

Q423

Q424

Q425

Q426

Q427

Q428

Q429

Q430

Q431

Q432

Q433

Q434

Q435

Q436

Q437

Q438

Q439

Q440

Q441

Q442

Q443

Q444

Q445

Q446

Q447

Q448

Q449

Q450

Q451

Q452

Q453

Q454

Q455

Q456

Q457

Q458

Q459

Q460

Q461

Q462

Q463

Q464

Q465

Q466

Q467

Q468

Q469

Q470

Q471

Q472

Q473

Q474

Q475

Q476

Q477

Q478

Q479

Q480

Q481

Q482

Q483

Q484

Q485

Q486

Q487

Q488

Q489

Q490

Q491

Q492

Q493

Q494

Q495

Q496

Q497

Q498

Q499

Q500

Q501

Q502

Q503

Q504

Q505

Q506

Q507

Q508

Q509

Q510

Q511

Q512

Q513

Q514

Q515

Q516

Q517

Q518

Q519

Q520

Q521

Q522

Q523

Q524

Q525

Q526

Q527

Q528

Q529

Q530

Q531

Q532

Q533

Q534

Q535

Q536

Q537

Q538

Q539

Q540

Q541

Q542

Q543

Q544

Q545

Q546

Q547

Q548

Q549

Q550

Q551

Q552

Q553

Q554

Q555

Q556

Q557

Q558

Q559

Q560

Q561

Q562

Q563

Q564

Q565

Q566

Q567

Q568

Q569

Q570

Q571

Q572

Q573

Q574

Q575

Q576

Q577

Q578

Q579

Q580

Q581

Q582

Q583

Q584

Q585

Q586

Q587

Q588

Q589

Q590

Q591

Q592

Q593

Q594

Q595

Q596

Q597

Q598

Q599

Q600

Q601

Q602

Q603

Q604

Q605

Q606

Q607

Q608

Q609

Q610

Q611

Q612

Q613

Q614

Q615

Q616

Q617

Q618

Q619

Q620

Q621

Q622

Q623

Q624

Q625

Q626

Q627

Q628

Q629

Q630

Q631

Q632

Q633

Q634

Q635

Q636

Q637

Q638

Q639

Q640

Q641

Q642

Q643

Q644

Q645

Q646

Q647

Q648

Q649

Q650

Q651

Q652

Q653

Q654

Q655

Q656

Q657

Q658

Q659

Q660

Q661

Q662

Q663

Q664

Q665

Q666

Q667

Q668

Q669

Q670

Q671

Q672

Q673

Q674

Q675

Q676

Q677

Q678

Q679

Q680

Q681

Q682

Q683

Q684

Q685

Q686

Q687

Q688

Q689

Q690

Q691

Q692

Q693

Q694

Q695

Q696

Q697

Q698

Q699

Q700

Q701

Q702

Q703

Q704

Q705

Q706

Q707

Q708

Q709

Q710

Q711

Q712

Q713

Q714

Q715

Q716

Q717

Q718

Q719

Q720

Q721

Q722

Q723

Q724

Q725

Q726

Q727

Q728

Q729

Q730

Q731

Q732

Q733

Q734

Q735

Q736

Q737

Q738

Q739

Q740

Q741

Q742

Q743

Q744

Q745

Q746

Q747

Q748

Q749

Q750

Q751

Q752

Q753

Q754

Q755

Q756

Q757

Q758

Q759

Q760

Q761

Q762

Q763

Q764

Q765

Q766

Q767

Q768

Q769

Q770

Q771

Q772

Q773

Q774

Q775

Q776

Q777

Q778

Q779

Q780

Q781

Q782

Q783

Q784

Q785

Q786

Q787

Q788

Q789

Q790

Q791

Q792

Q793

Q794

Q795

Q796

Q797

Q798

Q799

Q800

Q801

Q802

Q803

Q804

Q805

Q806

Q807

Q808

Q809

Q810

Q811

Q812

Q813

Q814

Q815

Q816

Q817

Q818

Q819

Q820

Q821

Q822

Q823

Q824

Q825

Q826

Q827

Q828

Q829

Q830

Q831

Q832

Q833

Q834

Q835

Q836

Q837

Q838

Q839

Q840

Q841

Q842

Q843

Q844

Q845

Q846

Q847

Q848

Q849

Q850

Q851

Q852

Q853

Q854

Q855

Q856

Q857

Q858

Q859

Q860

Q861

Q862

Q863

Q864

Q865

Q866

Q867

Q868

Q869

Q870

Q871

Q872

Q873

Q874

Q875

Q876

Q877

Q878

Q879

Q880

Q881

Q882

Q883

Q884

Q885

Q886

Q887

Q888

Q889

Q890

Q891

Q892

Q893

Q894

Q895

Q896

Q897

Q898

Q899

Q900

Q901

Q902

Q903

Q904

Q905

Q906

Q907

Q908

Q909

Q910

Q911

Q912

Q913

Q914

Q915

Q916

Q917

Q918

Q919

Q920

Q921

Q922

Q923

Q924

Q925

Q926

Q927

Q928

Q929

Q930

Q931

Q932

Q933

Q934

Q935

Q936

Q937

Q938

Q939

Q940

Q941

Q942

Q943

Q944

Q945

Q946

Q947

Q948

Q949

Q950

Q951

Q952

Q953

Q954

Q955

Q956

Q957

Q958

Q959

Q960

Q961

Q962

Q963

Q964

Q965

Q966

Q967

Q968

Q969

Q970

Q971

Q972

Q973

Q974

Q975

Q976

Q977

Q978

Q979

Q980

Q981

Q982

Q983

Q984

Q985

Q986

Q987

Q988

Q989

Q990

Q991

Q992

Q993

Q994

Q995

Q996

Q997

Q998

Q999

Q1000

BMEETT

Számítógéppel segített tervezés

17/38

ELVI KAPCSOLÁSI RAJZ SZERKESZTÉS

A kapcsolási rajz szerkesztő kimeneti dokumentációi:

- kapcsolási rajz (grafikus reprezentáció),
- .net (netlista a szimulátor program modul számára), amely tartalmazza az
 - alkatrésztípust,
 - az összekötés listát,
 - a szimulációhoz szükséges generátor beállításokat.
- .mnl (netlista az NYHL tervező program modul számára), amely tartalmazza
 - a footprinteket és összeköttetéseket (információt az alkatrészek fizikai megvalósulásáról, és lábak közötti kapcsolatokról),
 - tokozás neveket,
 - alkatrész neveket (refdes=reference designator),
 - összeköttetés, csomópont (=net) neveket,
 - alkatrész kivezetéseket minden csomóponthoz, és
 - egyéb alkatrész jellemzőket.
- .bom = alkatrésztípust (bill of materials).

BMEETT

Számítógéppel segített tervezés

18/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

TARTALOM (HOL TARTUNK?)

- A CAD rendszerek
- Rendszerszemlélet – elektronikai tervezés
- Az elektronikai tervezés lépései
 - Kapcsolási rajz szerkesztés
 - **Szimuláció**
 - Nyomtatott huzalozású lemez (NYHL) tervezés

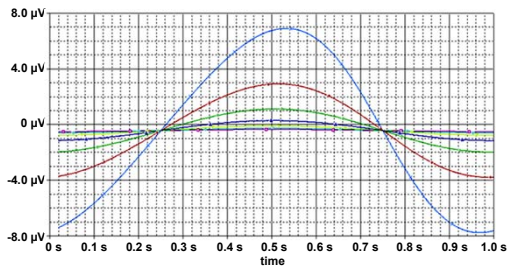
SZIMULÁCIÓ A CAD RENDSZERBEN

A szimuláció lehetőségei, fajtái:

- Analóg áramkörök szimulációja, amelynek részei:
 - Egyenáramú analízis. (Nemlineáris, munkapont számítás.)
 - Munkaponti (paraméter) érzékenység analízis. (Valamely tartományon belül változó paraméter hatása.)
 - Tranziens szimuláció.
 - Hőmérsékletfüggés.
 - Monte-Carlo/Worst Case. (Véletlenszám generátoros/a legrosszabb eset vizsgálata.)
 - AC/Noise. (Bode-diagram/Zaj analízis.)
- Digitális szimuláció:
 - Funkcionális szimuláció, a működés ellenőrzésére.
 - Időzítéses (Worst Case timing) szimuláció, pl. a hazárdok felderítésére.
- Mixed (Analóg és Digitális) szimuláció.

SZIMULÁCIÓ

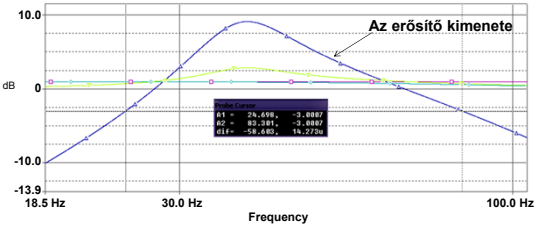
1. Példa:
- OrCAD PSpice-al elvégzett parametrikus, időtartománybeli szimuláció eredménye: (egy ellenállás értékétől (paraméter) függően változik a kimeneti jelszint)



A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZIMULÁCIÓ

2. Példa:
• OrCAD PSpice-al elvégzett frekvenciatartománybeli szimuláció eredménye: (egy szub-basszus szűrő átviteli karakterisztikája)



f1	26.698	-3.0887
f2	88.381	-3.0887
Gain	-58.605	18.2728

Az erősítő kimenete

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 22/38

TARTALOM (HOL TARTUNK?)

- A CAD rendszerek
- Rendszerszemlélet – elektronikai tervezés
- Az elektronikai tervezés lépései
 - Kapcsolási rajz szerkesztés
 - Szimuláció
 - Nyomatott huzalozású lemez (NYHL) tervezés

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 23/38

NYHL TERVEZÉS (LAYOUT DESIGN)

Layout: az elvi kapcsolási rajz megvalósítása (realizálása) NYHL formájában; az alkatrészek geometriai elrendezésének és összehuzalozásának terve

A layout-tervező programok „réteg” szerkezetűek, vannak

- fizikailag megvalósításra kerülő és
- egyéb, dokumentációs (DOC) nevezett rétegek.

A felhasznált huzalozási rétegek száma:

- 1 („egyoldalas”), pl. tápegység NYHL egy asztali DVD lejátszóban
- 2 („kétoldalas”), pl. a feldolgozó elektronika ugyanebben a DVD lejátszóban
 - két oldalon elvben minden feladat megoldható, csak túl nagy méretek adódnak
- „többrétegű” (számítógép alaplap, mobiltelefon: 8-12 huzalozási réteg)

A tervezés és a dokumentáció-készítés során az egyéb rétegek mindig léteznek, csak vagy használjuk őket, vagy nem.


BMEETT Számítógéppel segített tervezés 24/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

NYHL TERVEZÉS – RÉTEG STRUKTÚRA

Data	Color
Background	Black
Default (Global Layer)	Yellow
Default TOP	Cyan
Default BOTTOM	Red
Default INNER1	Green
Default INNER2	Blue
Default SMTOP	Light Green
Default SMBOT	Light Blue
Default SPTOP	Light Cyan
Default SPBOT	Light Red
Default SSTOP	Light Yellow
Default SSBOT	Light Green
Default ASYTOP	Light Cyan
Default ASYBOT	Light Red
Default DRILL	Light Blue
Default NOTES	Light Yellow
Place outline (Global Layer)	Light Green
Place outline TOP	Light Cyan
Place outline BOTTOM	Light Red
Pin name (Any layer)	Light Yellow

Huzalozási rétegek
 Forrasztásgátló maszk (inverz réteg)
 Forraszpaszta (inverz réteg - stencil apertúrák)
 Szitázott információs réteg „silk screen”, (fehér)
 Kézi beültetést segítő dokumentációs réteg
 Furatokat tartalmazó réteg


 Számítógéppel segített tervezés 25/38


NYHL TERVEZÉS – TECHNOLOGIAI PARAMÉTEREK

El kell dönteni:

- a huzalozás típusát
 - 1 oldalas,
 - 2 oldalas furatfémezett,
 - 4 rétegű, táp- és föld-rétegekkel,
 - többretegű
- a NYHL gyártó üzemi technológiai paramétereit ismerni kell:
 - „Vonalszélesség”
 - Szigetelő távolság
 - Maradék gyűrű méret (forrszem)

 Ezek nagyban befolyásolják a NYHL árát, és az elérhető rajzolatfinomságot

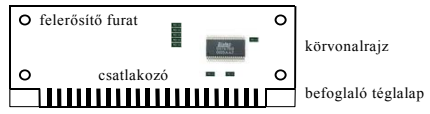


 Számítógéppel segített tervezés 26/38


NYHL TERVEZÉS – „LAYOUT DESIGN”

A nyomtatott huzalozású lemez definiálása:

- befoglaló méretek,
- körvonalrajz,
- nem elektromos célú furatok (pl. felerősítő furat),
- csatlakozók típusai, helye és méretei.



körvonalrajz
 befoglaló téglalap

 Számítógéppel segített tervezés 27/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A NYHL TERVEZÉS MENETE

Forrsem → **Alkatrész-rajzolat** → **Tok-hozzárendelés**

Felső forrasztásgátló maszk réteg
Felső- (Top)
Belső- (Inner)
Alsó- (Bottom) huzalozási rétegek
Alsó forrasztásgátló maszk réteg

Elrendezés → **Huzalozás** → **Dokumentálás**

Kimeneti dokumentációk generálása a NYHL gyártó üzem számára

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 28/38

„PAD”, „PADSTACK”

Forrsem („Padstack”) szerkezete:

A forrsem (**pad**) is rétegszerkezetű, mint a NYHL.
A **padstack** fájlban tárolt **pad**-ek adatai:

- Alak, pl. kör (Round), négyzet (Square), stb.
- Méret, esetleg X és Y külön-külön.
- Furatméret, kivéve a felületszerelt forrsemeket.
- Padstack azonosító, pl. SQ60D30 (square (négyzet) 60 mil (1,5 mm) átmérővel, 30 mil (0,75 mm) furattal).

Egy **pad** alakja és mérete minden rétegen más és más lehet.

Fontos: a furatátmérő a furat-galvanizálásnál csökken, vagyis az alkatrész láb nem fog belemenni a furatba, ha nem növeljük annak méretét!

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 29/38

A „FOOTPRINT”

Az alkatrész rajzolat („Footprint”) alkotóelemei:

A **rajzolatelemek könyvtárban** tárolt alkatrészrajzolatok (**footprint**) részei:

- rajzolatnév
- mértékegység rendszer (metrikus, mil)
- forrsem adatok:
 - **pad** név (lábsorszám),
 - padstack azonosító,
 - koordináták
- alkatrészkontúr (Outline): az alkatrészt befoglaló körvonal
- alkatrész azonosító (Reference Designator)
- tokozás azonosító
- érték

BMEETT Számítógéppel segített tervezés 30/38

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

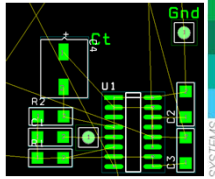
TOK (FOOTPRINT) HOZZÁRENDELÉS

A tok-hozzárendelés, az elvi és fizikai szimbólumok összerendelése. A legegyszerűbb alkatrésznek (pl. az ellenállásnak) is számtalan megjelenési formája van, tehát

- először a Layout-tervező programmal a könyvtárakban keresgélve ki kell választani a megfelelő rajzolatnevet (footprint nevet);
- majd ezeket az elvi kapcsolási-rajz szerkesztőben az alkatrésztulajdonságok (Properties) között lévő tok-név (PCB Footprint) mezőbe be kell írni. (Az OrCAD automatikusan felkínál valamilyen layout-rajzolatot, de ez nem mindig megfelelő!);
- végül netlistát kell generálni (a Layout modul részére), ezzel kész a tok-hozzárendelés.

ELRENDEZÉS TERVEZÉS

- Az elvi és fizikai szimbólum összerendelés („Tok-hozzárendelés”) során lesz pl. az „nprn” tranzisztorból „SOT 23”-as tokozású alkatrész.
- Ehhez a Footprint-ek könyvtárakba struktúrával állnak rendelkezésre
- Kezdődhet az **elrendezés tervezés:**
A jó alkatrész-elrendezés a huzalozhatóság legfontosabb feltétele.
- Az **elrendezés tervezést** az „**elrendezési stratégia**” irányítja. Lehetőség van automatikus alkatrész elrendezés használatára.
- A későbbi hibamentes működést további programok segíthetik:
- Az elektromágneses zavarok hatása és keltése az **EMC** (Electro Magnetic Compatibility) **analízis**, a hőmérsékletfüggés a **termikus analízis** programokkal vizsgálhatók.



ELRENDEZÉS TERVEZÉS

Alkatrész elrendezés

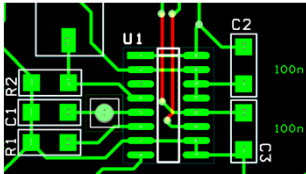
Az automatikus **elrendezés tervezést** „elrendezési stratégia” irányítja. Ez, rendszerint egy „hálón” alapul, az alkatrészek a háló pontjaiba helyezhetők. Alapja a „vonzás” és a „taszítás”. Az összeköttetések („Connection”) ebben a fázisban „pont-pont” közöttiek. Az elrendezés lehetőségei:

- A kézi vagy az interaktív alkatrész-elrendezésnél az alkatrészek csoportjainak első felrakása előtt a kapcsolási rajzot meg kell tanulni! Az elrendezés javítását hisztogramok segítik, amelyek az adott keresztmetszeten áthaladó összeköttetések számát ábrázolják. Ahol túl nagy számú vezeték megy, ott sűrű lesz a huzalozás. Egy alkatrészt mozgatva, az mintegy „húzza magával” a bekötéseit, ezzel mutatva, hogy mely alkatrészek mely kivezetéséhez kapcsolódik. Ezeket – alkatrészcserékkel – egymáshoz közelebb rakva, egyenletesebbé lehet tenni az elosztást.

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

HUZALOZÁS TERVEZÉS

- A **huzalozás tervezés** szintén különböző stratégiákkal végezhető.
- Ezek különböző rétegeken, területeken, algoritmusokkal, futtatási fázis- számmal működhetnek. (Kapu és lábcserék ebben a fázisban is lehetségesek). A jelterjedési sebességek, áthallás, stb. hatásai a **jeltisztaság analízis** programmal vizsgálható.



HUZALOZÁS TERVEZÉS

- A huzalozástervezés lehet: kézi, interaktív, és automatikus.
- Mindegyik valamilyen stratégiával végezhető: különböző területeken, csomópontokkal (táp-föld, memória, stb.), futtatási-fázis számmal (1-10), rétegeken (1, 2, 4, több), rétegenkénti súlytényezőkkel, algoritmusokkal.

0.fázis: Manuális routolás (a speciális, nagyon fontos vezetékek „kézi” huzalozása).

1.fázis: Memória huzalozás



2.fázis: Egyéb (L, Z, C) huzalozások



n.fázis: „Finish”-elés:

- Push and Shove eljárás: a már lerakott huzalokat felfszedi, arrébb tolja őket, hogy egy újabb vezetéknek helyet csináljon.
- „Via” szám minimalizálás.

NYHL TERVEZÉS – DOKUMENTÁCIÓ KÉSZÍTÉS

A tervezés végeztével el kell készíteni a gyártási dokumentációkat: „Post Process”

-A **gyártófilmek** (Top, Bottom, Pwr, Gnd, Inner1-12, SolderMask, SilkScreen – l. 25. dia) elkészítéséhez rendszerint egy szabványos rajzgépvezérlő nyelvű úgynevezett „Gerber” formátumú fájlt generálnak.

Ennek jellemzői:

- a koordináták, amelyek néhány egész és több tizedes helyiértékből állnak (több szabványos érték létezik), és
- az „apertúra” kódok („D” kódok), amelyekhez az alábbi információk rendelhetők:
 - rajzolás szerint: rajzol (Draw), villant (Flash) vagy mindkettő (Both)
 - alak szerint: kör (Round), négyzet (Square) vagy ujj (Finger)

Számítógéppel segített tervezés

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

DOKUMENTÁCIÓ KÉSZÍTÉS

- A **furatokat tartalmazó file** (DRD=Drill Drawing), rendszerint „Excellon” formátumú. Ez
 - az abszolút-, vagy relatív (inkrementális) koordinátákat, és
 - a fűrőgép szerszámtartójába helyezett fűrők tárolási pozícióit tartalmazza.
- A további gyártási dokumentációkat is hasonló formátumokban kell előállítani, hiszen a gyártógépek :
 - a koordinátákat (ragasztó vagy forraszpaszta felvitel), illetve a további,
 - az apertúrához hasonló, pl. alkatrész azonosítót (a beültetőgépeknél tápozíciót)igényelnek a működésükhöz.

KIMENETI DOKUMENTÁCIÓK

- Az ármkörtervezés kimeneti dokumentációi:
- kapcsolási rajz (kapcsolási rajz szerkesztőből)
 - alkatrész lista (Bill of Materials, kapcsolási rajz szerkesztőből)
 - furatokat tartalmazó file (huzalozás tervezőből)
 - réteg film fájlok, a maszkok elkészítéséhez (Post Process dokumentáció): (huzalozás tervezőből)
 - huzalozási réteg fájljai (felső és alsó, esetleg belső rétegek)
 - forrasztásgátló maszk fájljai (Solder Mask, felső és alsó)
 - szita felirat maszkjai (Silk Screen, felső és alsó)
 - stencil apertúrákat definiáló fájlok (Solder Paste, felső és alsó)
 - kézi beültetést segítő információs fájlok (Assembly, felső és alsó)
 - opcionálisan egyéb réteg fájlok
