

Elektronický design pro výrobu a testování

Ing. Tomáš Navrátil
Ryston Electronics s. r. o.

Cílem designu je co nejlépe propojit uživatelskou, funkční i estetickou stránku navrhovaného produktu. V souvislosti s vývojem elektronických výrobků slovo design úzce souvisí nejen se vzhledem, funkčností a marketingem, ale i s bezpečností, kompatibilitou, spolehlivostí, vyrobiteľností a likvidovatelností daného výrobku.

V Rystonu věnujeme těmto aspektům velkou pozornost, spolu s neustálým studiem odborných časopisů ze současnosti i z minulých let. Znalosti a techniky návrhu a obvodového řešení jsou věčným tématem, a tak se někdy vracíme k časopisům z dob našich začátků.

■ Funkčnost

Základní požadavek je porozumět představě zákazníka (investora) a formulovat ho do souboru požadavků na produkt po stránce fyzikální a technické. Někdy je ale dost těžké přesvědčit zákazníka, že perpetuum mobile zkonstruovat nelze. Diskuse požadavků na produkt je dlouhá, opakující se hledání možností a kompromisů, výběr variant a jejich vážení a přetvoření verbálních přání do jednoznačného technického požadavku, který je možné, dle našeho přesvědčení, realizovat zvolenými a zákazníkem schválenými prostředky.

Významnou složkou funkčnosti je i chování softwaru, který řídí výrobek, nebo i navazujících systémů (například PC pro ovládní přístroje přes USB), podléhající občas brutálním požadavkům Windows nebo jiného softwaru, který nemáme možnost ovlivnit a jehož nové verze jsou zpravidla horší než ty předešlé. Velice rozumným požadavkem na funkčnost je pravidlo KISS: *Keep it small and stupid* (ať je to malé a jednoduché, bez zbytečných superfunkcí).

Existují i „zákonné požadavky“ na funkci, například telekomunikační normy ITU a ETSI zajišťující kompatibilitu výrobku s jinými v síti (viz dále).

■ Vzhled a mechatronika

Tento požadavek znamená to, že výrobkem je zpravidla nejen osazený plošný spoj, ale že je při vývoji nutné spolupracovat s mechaniky, návrháři plastových dílů a aplikačními specialisty, kteří udržují kontinuitu neporušitelných, ale někdy měnících se požadavků, například na hlavní rozměry.

Dost často i softwarové požadavky, ať již oprávněné, či diktované okolnostmi (neboť nikdy se nezačíná od nuly), ovlivňují vzhled výrobku, počet konektorů, ovládací prvky, uživatelské rozhraní atd.

■ Kompatibilita

Toto slovo se používá ve dvou významech: jednak je to další požadavek na funkčnost, aby byla zajištěna technická slučitelnost s okolními systémy, například s komunikační sítí nebo s počítačem, do něž je výrobek vestaven nebo k němuž je připojen. Mezi „zákonné požadavky“ na funkci patří například normy ITU a ETSI (každý stát to má trochu jinak), neoficiálními normami jsou například standardy sběrnice PCI vydávané zájmovým sdružením výrobců PCI SIG či USB, CAN aj. Zpravidla jsou to placené, rozsáhlé a obtížně čitelné dokumenty v angličtině, takže znalost cizích jazyků je předpokladem úspěšného elektronického designu!

Druhým významem je elektromagnetická kompatibilita, tedy nerušení se navzájem výrobků s jinými systémy, nad jejímž dohrdčováním bdí úřady (EZÚ, Testcom), v USA je to FCC, a požadavky jsou definované normami ČSN EN, které se vyznačují častými změnami a podobnou čitelností jako výše uvedené. Odrušení výrobku je často velmi zdlouhavá a frustrující práce vyžadující velmi zkušeného designéra, který dokáže najít a eliminovat zdroj rušení, což může být součástka nebo smolný spoj na DPS. Odrušovací prostředky jsou často komplikující (absorpční spreje, dodatečné kryty, těsnění) a zákazníci jsou vnímány s nelibostí.

■ Bezpečnost

Elektrické předměty musí být pro obvyklé použití definovaným způsobem bezpečné, což znamená, že nesmí dojít k poranění běžného uživatele elektrickým proudem. Konstrukce proto musí splňovat normou stanovené požadavky na izolaci, bezpečné vzdálenosti, krytí proti vniku vody a cizích předmětů, aby nemohlo dojít ke kontaktu těla s nebezpečným napětím nebo aby nemohl tělem téct nebezpečný proud. Protože se všichni jistíme, jsou i platné normy „s jistotou desetinasobku“. Tento požadavek občas přináší kuriózní řešení. Například pouzdro klasické LED, spojené se sítí 230 V bez izolace, nesmí být přístupné pro dotek, protože její epoxidový 5mm kryt sice izoluje, není to však zajištěno, a proto musí být pod krytem.

Dá se tedy říci, že mezi „ubastlením“ a hotovým výrobkem je ještě spousta designérské práce. Před uvedením výrobku na trh musí být výrobek certifikován (musí být akreditovaným orgánem ověřena shoda s požadavky norem na elektromagnetickou kompatibilitu a bezpečnost) a vydáno prohlášení o shodě. Naštěstí státní orgány zpravidla nekontrolují estetiku (např. jestli vaše barevná hudba správně ladí). Příprava na certifikaci a technická spolupráce při ní je zpravidla rovněž částí elektronického designu.

■ Spolehlivost

Elektronické systémy musí být navrženy nejen tak, aby fungovaly při obvyklém použití, ale aby snesly ještě nějakou míru přetížení a špatného zacházení, otočené či vypadlé konektory, kontakt s nabitými svetry a někdy i pád do umyvadla i jiné kapaliny. To znamená mít ošetřené a ochráněné vstupy, rezervu proti přepětí a nadproudu, správnou volbu teplotního rozsahu součástek a správně vyřešené chlazení, volbu pájecí technologie a další. Bohužel často jdou proti sobě požadavky ekologie (RoHS, bezolovnaté pájení – za vyšší teploty) a požadavky na spolehlivost. Kuriózním výsledkem je, že mobilní telefony a notebooky musí

Obr. 1
Pneumatický
robot
pro lepení
LCD modulů



být pájeny bezolovnatě jako spotřební elektronika, ale ústředny, servery (část infrastruktury) a lékařská a vojenská technika mají z důvodu spolehlivosti výjimku a smějí být pájeny olovnatě.

■ Vytvořitelnost

Součástí elektronického designu je i příprava na výrobu. To znamená, že vývojem použité součástky jsou a budou dostupné, že technologie montáže u jednotlivých součástek budou slučitelné

(např. přesnost a druh plošného spoje, teplota a metoda pájení, mytí po pájení apod.), a mělo by být jasno, jaké požadavky na výrobní technologii výrobek přináší. Je dobře zeptat se zadavatele na projektovaný objem výroby a zaregistrovat u výrobců či distributorů projekty (předběžné objednávky určitého množství součástek pro bezproblémový náběh výroby).

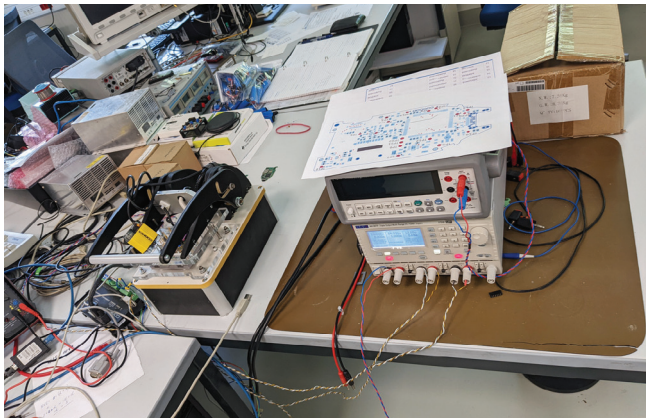
Obvykle si pak samotná osazovací a montážní továrna provádí svou vlastní TPV, technologickou přípravu výroby. Do toho patří například výroba planžet pro nanášení pasty při povrchové montáži, volba a ladění reflow pájecí linky atd. Ale od designu se očekává, že ví, že na spodní straně plošného spoje smějí být součástky pájitelné vlnou ve vhodné orientaci, nebo jen některé, či musejí být přilepené a tak dále.

K tomu přistupuje požadavek time to market: tedy aby od okamžiku, kdy investor řekne výrobě GO!, trvaly výrobní operace a testy co nejkratší dobu, aby na sebe optimálně navazovaly, hotové výrobky se snadno naprogramovaly platnou verzí softwaru a unikátních klíčů a aby kamióny plné zabalených výrobků vše co nejdříve rozvezly čekajícím uživatelům.

A samozřejmě je zde zásadní požadavek, aby byla výroba (materiál plus práce) co nejlevnější, a v dnešní době alokace, aby součástky bylo vůbec možné sehnat.

V Rystonu věnujeme trvalé úsilí vývoji přípravků usnadňujících výrobu: od „dřevěných“ přípravků pro přesné stříhání kabelů na délku a jejich svinování, montáž konektorů až po elektro-pneumatický robotický systém pro přesné lepení modulů LCD displejů do plastových krabiček, měřicí adaptéry pro baterie, antény a mnoho dalšího. Pro tvorbu se používá 3D tisk, CNC obrábění i ruční práce.

180 x 115 mm



Obr. 2 Malá testovací fixtura

■ Testovatelnost

Po zapájení DPS, ještě před montáží, je nutné desku otestovat (a pořádit záznam o výrobním čísle desky a výsledku testu). Zpravidla to znamená při designu DPS určeného do výroby rozmístit ve vhodných místech testovací plošky a současně zkonstruovat adaptér do testovací fixtury. Obvykle to je jehlové pole v souřadnicích odpovídajících rozmístění těchto plošek na spodní straně DPS. V elektronické části testeru je třeba podle povahy testu nakonfigurovat čidla či injektory signálů, napájecí zdroje či zátěže anebo JTAG rozhraní, tak aby byl test co nejúplněji v podmínkách co nejbližších reálnému použití.

Dále musí být na desce otvory odpovídající přesným naváděcím kolíčkům fixtury, aby deska snadno zapadla do testeru a mohlo se s ní a víkem testeru třeba i roboticky manipulovat. K tomu přistupují další testy, které může fixtura provést, jako solenoidové či pneumatické simulátory prstů pro tlačítka, simulátory GPS a jiných rádiových systémů, kamery a čtečky atd. Ryston se konstrukcí testerů a fixtur pro velkou výrobu zabývá již několik let, stejně jako designem desek pro testování po výrobě. Významným úspěchem byla podpora výroby v partnerské EMS firmě v objemu kolem 1 milionu DPS (od roku 2019 do současnosti).

■ Servisovatelnost

Každý elektronický systém někdy přestane fungovat. Buď zastaral jeho software (v měnícím se prostředí), nebo selhala nějaká součástka. Součástí jeho designu tedy musí být i schopnost podstoupit údržbu či opravu, tedy přítomnost šroubků, krytů, programovacích konektorů nebo samopřeprogramovacího softwaru – a to je úkolem designéra. Osobně sdílím podezření, že do aut, mobilů a notebooků ti nejlepší designéři zabudovávají „k..vítko“, které po naprogramované době vygeneruje poruchu, tedy požadavek na dodatečné náklady pozáručního servisu či na nový nákup.

■ Likvidovatelnost

Nic na světě netrvá věčně, ani technická životnost elektronických výrobků. Na to myslí evropská směrnice WEEE, harmonizovaná našimi zákonodárci do zákona o elektroodpadu. Ten

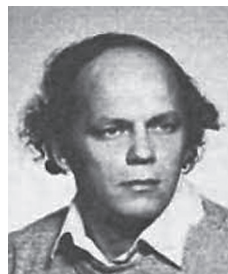
předepisuje finanční příspěvky do systémů odděleného sběru a likvidace elektrospotřebičů s ukončenou životností, zkrátka zase jde o peníze. Pro elektronický design to také znamená už při vývoji myslet na to, jak snadno výrobek půjde demontovat, oddělit cenné látky pro další využití a nebezpečné látky pokud možno vůbec nepoužívat (RoHS).

Electronic design je časopis vycházející v USA, který letos slaví 70 let aktivního života. Přispívaly do něj veličiny jako Bob Pease, Frank Goodenough a další inženýři-guruové, kteří definovali směr vývoje elektroniky ve známých firmách vyrábějících elektronické součástky či přístroje. Jednou z nejoblíbenějších rubrik je Ideas for Design, kam mladí i velmi zkušení vývojáři z celého světa posílají svoje nápady a vtipná řešení. Podobné rubriky jsou i v dalších časopisech, například EDN: Design Ideas – jen škoda, že od nás je tam tak málo příspěvků. Z těchto časopisů jsme si kdysi vystříhovali stránky I fD a dodnes je skladujeme v šanonech a občas se k nim vracíme. Současná I fD jsou i na webu.

■ Závěr

V oddělení vývoje a výroby společnosti Ryston Electronics se snažíme elektronický design provádět a „žít“ v souladu se známými požadavky a nabytými zkušenostmi z více než 48leté praxe.

Považujeme se za pokračovatele tradice a výchovy, kterou nám věnoval velký učitel a šéf Ing. Eduard Smutný, výborný



Obr. 3
Eda Smutný



Obr. 4
Bob Pease

návrhář elektroniky a propagátor správných pravidel vývoje a netradičního použití moderních součástek, autor počítačů SAPI, Ondra a Honza. Snad nebylo příliš neskromné na něj vzpomenout.

Odkazy:

- [1] www.electronicdesign.com
- [2] www.electronicdesign.com/resources/ideas-for-design
- [3] www.edn.com
- [4] www.edn.com/category/design/design-idea
- [5] https://cs.wikipedia.org/wiki/Bob_Pease
- [6] https://cs.wikipedia.org/wiki/Eduard_Smutný
- [7] www.dps-az.cz/zajimavosti/id:7998/jak-ne-sel-cesky-honza-do-sveta
- [8] www.ryston.cz