

10 A-es fordulatszám-szabályzó

Rend.sz.: 19 22 87, szerelőkészlet, 19 15 07; szerelési egység

Fontos tudnivaló! Feltétlenül olvassuk el!

A kezelési utasítás figyelmen kívül hagyásából fakadó károokra nem vonatkozik a garanciális kötelezettségünk. Az ebből eredő következményes károkért sem vállalunk semmiféle felelősséget!

Megjegyzés : Mindazok, akik egy szerelőkészletet összeállítanak, vagy egy szerelési egységet bővítve vagy készülékházba való beépítés révén üzemképes állapotra hoznak, a DIN VDE 0869 szerinti gyártónak számíthatnak, és kötelesek a készülék tovább eladása esetén az összes kísérő iratot együtt szállítani, továbbá nevüket és postai címüket is megadni. Azokat a készülékeket, amelyeket szerelőkészletből szerelnek össze, biztonságtechnikailag ipari termékeknek kell tekinteni.

Üzemi körülmények

- A szerelési egységet csak az előírt feszültségről szabad üzemeltetni.
- A 35 voltnál nagyobb üzemi feszültségű készülék esetében a végszerelést csak szakember végezheti.
- A szerelési egységre csatlakoztatott fogyasztók csatlakozási teljesítménye nem lehet nagyobb 10 A-nál!
- A készülék felszerelésekor ügyeljünk a csatlakozó-vezetékek elegendően nagy keresztmetszetére!
- A csatlakoztatott fogyasztókat megfelelő védővezetővel kell összekötni.
- Üzem közben a környezeti hőmérséklet (helyiség-hőmérséklet) nem lehet a 0°C – 40°C megengedett hőmérséklettartományon kívül.
- A készülék száraz és tiszta helyiségekben való üzemeltetésre van tervezve.
- Páralecsapódás esetén ki kell várni két órát.
- Ha az egységet erős rázkódásoknak vagy rezgéseknek kell kitenni, tanácsos megfelelően körülpárnázni. Ügyeljünk azonban arra, hogy a nyomtatott lemezre beültetett alkatrészek felmelegedhetnek, és emiatt tűzveszély jöhet létre, ha éghető kipárnázást alkalmazunk.
- Az egységet feltétlenül óvjuk nedvesség, fröccsenő víz és hő behatásától. Előzzük meg az erős hőmérsékletingadozásokat, mivel azok hibás működést eredményezhetnek (külső felszerelés).
- Feltétlenül ügyeljünk a megadott feszültség és áram határértékekre. Biztonsági okokból ezt a szerelőkészletet ne használjuk más célra, mint amelyek itt meg vannak adva. A készüléket (készülékházat) csak akkor szabad felnyitni, ha előbb leválasztottuk a hálózati tápáramforrásról.
- A csatlakozóvezetéseket rendszeresen ellenőrizzük, és ha sérülést állapítottunk meg, akkor cseréljük ki a sérült vezetékét.
- A készülék kimenetét megfelelő értékű biztosítókkal védjük. Biztosítékcseréje esetén csak az eredetivel megegyező értékű biztosítékot használjunk.
- Tartsuk távol a készüléket folyadékoktól, nedvességtől, hőhatástól stb.
- A szerelőkészletek és az alkatrészek nem valók gyerek kezébe!
 - A szerelési egységeket csak szakképzett felnőtt vagy szakszerelő jelenlétében szabad üzembe állítani!
 - Ipari alkalmazások esetében vegyük figyelembe a szakági szakmai szervezeteknek az elektromos berendezésekre és üzemi eszközökre vonatkozó baleset-megelőzési előírásait.
 - Iskolákban, egyéb oktatási intézményekben, hobbi- és barkács műhelyekben a szerelési egységeket csak szakképzett személy felelős felügyelete mellett szabad üzemeltetni.
 - Ne üzemeltessük a szerelési egységet olyan környezetben, ahol éghető gázok, gőzök vagy porok vannak vagy lehetnek jelen.
 - Ha esetleg javítani kellene a készüléket, csak eredeti alkatrészeket szabad használni! Az eredetitől eltérő alkatrészek használata komoly anyagi károkat és személyi sérüléseket okozhat!
 - A készülékjavítást csak szakember végezheti!

Rendeltetésszerű használat

A készülék rendeltetésszerű használata 12 – 24 voltos, és 10 A maximális terhelést adó egyenáramú villanymotorok fordulatszámának a beállítása. A fent megadottól eltérő használat nem megengedett!

Biztonsági tudnivalók

Ha elektromos feszültséggel érintkezésbe kerülő termékeknel be kell tartanunk az érvényes VDE-előírásokat,

- A készülék felnyitása előtt minden esetben húzzuk ki a hálózati csatlakozót, vagy gondoskodjunk arról, hogy a készülék feszültségmentes állapotban legyen.
- A részegységeket, szerelési egységeket vagy készülékeket csak akkor szabad üzembe állítani, ha előzőleg kellő érintésvédelmet nyújtó készülékházba építettük be őket. Beépítés közben feszültségmentes állapotban kell lenniük.
- A készülékek, részegységek vagy szerelési egységek összekötő kábeleit vagy vezetékét rendszeresen ellenőrizni kell, hogy nincsenek-e

szigetelési hibáik, vagy szakadási helyeik. Ha a tápvezetékben hibát észlelünk, azonnal cseréljük a hibás vezetékét.

- Alkatrészek vagy szerelési egységek használatakor minden esetben ügyeljünk a hozzájuk tartozó leírásban megadott elektromos adatok szigorú betartására.

Egy készülék üzembeállítása előtt általánosan vizsgáljuk meg, hogy ez a készülék vagy szerelési egység alapvetően alkalmas-e arra a feladatra, amelyre alkalmazni kívánjuk!

Kérjük, vegye figyelembe, hogy a kezelési és csatlakoztatási hibák befolyási területünkön kívül esnek. Érthető módon nem vállalhatunk semmiféle felelősséget az ebből fakadó károkért.

Ha egy adott szerelőkészlet nem működne, küldje vissza a hiba pontos leírásával (annak a megadása, hogy mi nem működik, mert csak a pontos hibaleírás teszi lehetővé a kifogástalan javítást!) és a hozzá tartozó szerelési utasítással együtt, továbbá a készülékház nélkül a már összeszerelt építőkészleteket nem cseréljük vissza.

A 35 V-nál magasabb feszültséggel működtetett készülékeket csak szakember csatlakoztathatja.

Minden esetben vizsgáljuk meg, hogy a szerelőkészlet alkalmas-e, illetve üzembe állítható-e a mindenkor alkalmazási esetre vagy felhasználási helyen.

Az üzembeállításra alapvetően csak akkor keríthetünk sort, ha a kapcsolás tökéletesen érintésvédett módon be van építve egy készülékházba.

Ha feltétlenül felnyitott készülékház mellett kell méréseket végeznünk, akkor biztonsági okokból egy elválasztó transzformátort kell közbeiktatni, vagy pedig – mint már említettük – a feszültséget alkalmas tápegységből (amely megfelel a biztonsági előírásoknak) kell biztosítani.

Az összes vezetékvezési munkát csak feszültségmentes állapotban szabad végezni.

A termék ismertetése

Ez a fordulatszám-szabályzó speciálisan kisfeszültségű villanymotorok számára lett kifejlesztve. A fő felhasználási területek az alábbiak: egyenáramú fűrógépek, modell-autók, gépkocsi ablaktörő motorok, valamint elektromos szerszámok fokozatmentes fordulatszám-szabályzása. A 600 Hz és kb. 2 kHz közötti tartományba eső beállítható frekvenciával működő impulzusszélesség-szabályzás következtében a veszteségi teljesítmény még alacsony fordulatszámoknál is nagyon kis értékű marad. Integrált áramérzékelővel rendelkező újszerű MOSFET-tranzisztor alkalmazása révén a kimenőáram 0 és 10A között fokozatmentesen beállítható (külső áramérzékelő ellenállás alkalmazása nélkül) egy beállító potencióméter segítségével, ami által az elektronika véde van a motor hirtelen leblokkolása esetére. A motor fordulatszám-beállítás tartománya a teljes leállástól a maximális fordulatszámig terjed. **A termék megfelel a 89/336/EWG/Elektromágneses tűrőképesség EU-irányelveknek. A kapcsolás megváltoztatása, illetve a megadott alkatrészekről eltérő alkatrészek alkalmazása esetén ez az engedély érvényét veszti!**

A kapcsolás ismertetése

Ahhoz, hogy egy egyenáramú motor fordulatszámát szabályozzuk, csak a tápfeszültségét kell megváltoztatni. A nagy feszültség nagy fordulatszámnak felel meg, és a feszültség csökkenésekor a fordulatszám annak megfelelően csökken. Ez ugyan elvileg így van, mégis van a dolognak egy bökkenője, ugyanis ez az összefüggés csak nagyon szűk tartományon belül érvényes, azaz a motort egészen a maximális fordulatszámig fölporogtathatjuk, de nem lassíthatjuk le tetszőleges mértékig. Ugyanis a mechanikus súrlódás legyőzéséhez először mindig egy bizonyos értékű indító-nyomatékot kell legyőzni, mielőtt még a motor egyáltalán megmozdulna. És ebből származik az ismert ugrásszerű beindulás, ha egy motort álló helyzetéből lassú fordulattal akarunk beindítani.

Ennek a jelenségnek a kiküszöbölése érdekében a teljesítményszabályozásban más utakat kell járni. Ahelyett, hogy a feszültség amplitúdóját változtatnánk, azt állandó értéken tartjuk, és csak bekapcsolási időtartamát változtatjuk. Pontosabban szólva gyors egymásutánban (periodikusan) változtatjuk a tápfeszültség be- és kikapcsolását, és minél több a bekapcsoltsági hányad, annál nagyobb a bevezetett teljesítmény, és annál gyorsabban forog a motor. Az energiát tehát impulzus-sorozat formájában szállítjuk, amelynek az impulzus/szünet arányát (az impulzus-szélességet) változtatjuk. És teljesen következetesen beszélünk ennél az eljárásnál az impulzusszélesség-modulációról is. A t periódusidejű periodikus négyesgöggel esetében a szünetidők a bal harmadban viszonylag rövidek, amíg ott a bekapcsoltsági idők megfelelően hosszúak, a jobb harmadban viszont pontosan fordított a helyzet, és középen a bekapcsoltsági, illetve kikapcsoltsági idők körülbelül egyensúlyban vannak, ez a közepes állapot megfelel a körülbelül 50%-os bekapcsoltsági időtartamnak (1 : 1 szimmetrikus impulzusviszony).

Előállíthatunk egy ily módon változtatható jelet úgy is, hogy háromszög jelalakú feszültségből indulunk ki, és ezt egy változtatható egyenfeszültség-szinttel hasonlítjuk össze.

Ezt a legegyszerűbben úgy érjük el, hogy a két jelet egy műveleti erősítő egy-egy bemenetére vezetjük: Mindig abban a pillanatban, amikor a háromszögjel metszi az egyenfeszültségű szintet, megváltoztatja a műveleti erősítő az állapotát, azaz ide-oda átkapcsol a plusz és a test között. Ha a háromszögjel a -In mínusz-bemenetre van kapcsolva, a kimenet az egyenszint túllépése esetében testre kapcsol, míg az egyenszint alá lépéskor a pluszra vált. Az egyenfeszültség nagysága szabja meg ez által a plusz/szűnet-arányt a műveleti erősítő kimenetén, és állítja elő az impulzusszélesség-modulációt.

Egy háromszög-feszültség előállítására például egy műveleti erősítő alkapcsoláshoz nyúlhatunk vissza. Még egyszerűbben megy a dolog, ha vesszük az NE555 univerzális időadót, és astabil multivibrátorként kötjük be. Ekkor a C1 kondenzátor periodikusan töltődik és súl ki újra, ami a +Uv tápfeszültség 1/3 és 2/3 értéke között zajlik le. Ez a két, 33%-os, illetve 66%-os küszöbérték az NE555-ben fixen be van állítva (a két belső komparátor előfeszültsége). Szigorúan véve ez a töltési-kisütési folyamat nem pontos háromszögjel lineáris felütással és lefutással, de a mi céljainkra ez a közelítés teljesen kielégítő. Hiszen mi csak egy szaggatott egyenfeszültséget akarunk előállítani. A háromszögjel, illetve az egyenfeszültség összehasonlítását végző komparátorként a CA3240 egyik fele szolgál, míg ennek az integrált áramkörnek a másik műveleti erősítőjét áramkorlátozásra használjuk. A terhelőáram kapcsolását egy rendkívüli tulajdonságokkal rendelkező teljesítménytranszisztor végzi. Az IRC540 esetében egy úgynevezett HEX-ről van szó. Ez elvileg egy teljesítmény-MOSFET, mint amilyen a mi kelendő univerzális típusunk, az RFP 15N05 is, amely azonban az előzővel szemben még további két csatlakozóponttal, a Sense és a Kelvin nevével rendelkezik.

Az egyik közülük (Sense) áramérzékelőként (Sensor) szolgál, amely vissza-csatolást tesz lehetővé a ténylegesen folyó Drain/Source (kollektor/forrás) -áramhoz. Ez oly módon történik, hogy a teljes Drain-áram egy pontosan meghatározott része ezen a csatlakozáson keresztül folyik le a test irányába. Ennél a típusnál a Source-Sense áramviszony 1430: 1 értékkel van specifikálva.

Ez azt jelenti, hogy a terhelőkörben fekvő, az áram ellenőrzésére szolgáló soros ellenálláson nem kell a teljes terhelőáramnak átfolyania, hanem csak annak egy csekély részének az 1% nagyságrendjében.

Ennek az előnye kézenfekvő. A 10 A-es tartományban folyó nagy áramok esetében rendkívül alacsony-ohmos (legfeljebb néhány milliohm) áramérzékelő ellenállást kellene készíteni ahhoz, hogy a rajta keletkező veszteséget alacsony értékben tarthassuk, és nem is olyan nagyon egyszerű feladat egy ilyen kis ellenállást jól definiált értékkel megvalósítani (akkora ellenállás van majdnem egy normál forrasztási helynek!). A Kelvin-csatlakozópontnak semmi köze nincs hőmérséklet-értékekhez, hanem belül közvetlenül össze van kötve a Source-csatlakozóval és annak a potenciálját szolgáltatja közvetlenül a külvilág számára a parazita kivezetési ellenállások megkerülésével. Ezek a kivezetési ellenállások többek között a lapka és a külső csatlakozóláb közötti belső huzalozásból, valamint magából a félvezető anyagból adódnak, és csak akkor esnek zavarólag latba, ha nagy terhelőáramok folynak. A "Kelvin" és a "Source" érintkezőlábak külső összekötése áthidalja ezt a nemkívánatos ellenállást.

A kapcsolási rajzból kiderül, hogy a szabályozó rész a teljes impulzusszélesség-modulációs elektronikával és a 9 V-os rögzített feszültségű szabályzó (IC2) által történő áramkorlátozással együtt el van választva a terhelőkörtől. Az IC1 háromszög-generátornál felismerhető a kissé nagyvonalúan kezelt kapcsolás, amely az R1...R3/P1 előtét-ellenállások és a D1/D2 kombinációja. A két dióda az R2-vel együtt arról gondoskodik, hogy a C1 feltöltési, valamint kisütési folyamatai számára ugyanazok az (ellenállás-) viszonyok uralkodjanak, és ezáltal a két folyamat ugyanannyi ideig tartson (szimmetrikus háromszögjel). A P1 potencio-méter az alapfrekvencia beállítására szolgál, amely illeszkedik az alkalmazott motortípushoz, ezen az úton optimális teljesítményszabályzást kapunk eredményül. A P2 potenciométer a beállítható előfeszültséget szolgáltatja, amely a mi háromszögjelünkbe többé vagy kevésbé erősen belevág. Itt egy kb. 2,5 V-tól 7,5 V-ig terjedő tartományt fogunk át, tehát nagyobb, mint a háromszög amplitúdója, amely 3 V és 6 V közötti értékű. Az 1. műveleti erősítő (OpAmp1) kimenetén jön létre a leírt impulzusszélesség modulált (PWM) jel, amely a T1/T2 komplementer fokozatot vezérli. A két D3/D4 Zener-diódával együtt ez a fokozat a T3 teljesítménytranszisztor nagyon meredek oldalú kapcsolását biztosítja.

A segéd-terhelőkörben fekvő R18 áramérzékelő ellenálláson a terhelőáram 1430-ad része folyik át. Az abból eredő feszültségesezt hasonlítja össze a 2. műveleti erősítő (OpAmp 2) a P3 potenciométerrel érkező előfeszültséggel, amely 0...0,5 V tartományba eshet (a D5 az R 15-ön lévő feszültséget kb. 0,6 V-ra korlátozza, úgyhogy a 2. műveleti erősítő kimenete a 0...10 A közé eső különböző nagyságú terhelőáramokat pozitívrá kapcsolja. Ennek következményeként a T5 és T4 vezetni fog, úgyhogy a P2-vel beállított egyenfeszültség-szint pozitív irányba eltolódik. Az 1. műveleti erősítő kimenetén ez az impulzus/szűnet viszony növekedéséhez vezet, és a T1/T2 meghajtó fokozat invertáló viselkedése következtében a T3 teljesítménytranszisztoron csökkenni fog a kapcsolási időtartam.

Amikor a terhelőkörben elértük a maximális áram értékét, ennek következtében belép az áramkorlátozás, ami az R17/C8-ből álló RC-tag révén nem hirtelen, hanem nagyon lágyan történik. Ez a biztonsági intézkedés csökkenti tehát közvetlenül a fogyasztó felé történő teljesítményszállítást.

Amennyire az megvalósítható, a szerelés folyamán mindig lépésről lépésre haladjunk, és menet közben állandóan ellenőrizzük, hogy az a kiépítési fokozat, amelyhez elértünk, azt tudja-e, amit kell. Kezdjük ezért a beültetést az IC2-vel, és a bemenőfeszültségen lévő öt, C7, C8, C10, C11 és C13 kondenzátorral. Ha megvan a 9 V értékű kimenőfeszültség, folytassuk tovább az IC1-el és annak a külső kapcsolásával (R1...R3, D1/D2, C1/C2 és a P1 potenciométer). A potenciométer középső leágazásán most meg kell jelennie a 3 V és 6 V közé eső háromszög-feszültségnek, amelynek a frekvenciája a P3 potenciométer elállításakor megváltozik. Először tegyük félre még a hűtőtesteket és a két T3 teljesítménytranszisztor, továbbá a D7 diódát, és fejezzük be lépésről lépésre a nyomtatott kártya beültetését. Eközben a szokásos módon úgy járjunk el, hogy a beültetést a lapos alkatrészekkel kezdjük, majd az egyre vastagabbakkal folytassuk.

Mivel a gyakorlatban újra és újra jelentkeznek, jó okkal megismételjük alább a szabvány tudnivalókat a szabvány hibák elkerülése érdekében, mégha ez az öreg rókák számára esetleg túlzottnak tűnhet is.

Ügyeljünk a diódák helyes polaritására (fekete gyűrű a katód oldalánál), és arra, hogy a D3 és D4 esetében Zener-diódáról van szó, bár a megtévesztésig hasonlítanak a mezei 1N4148 típusra! Az IC1 és IC2 kapcsolóáramkörökhöz ajánlható foglalat használata, amelynek a jelölőhornya az integrált áramkörökhöz hasonlóan balra mutat. Az IC-eket magukat elővigyázatosságból először mindig beültetjük. A P1 és P3 potenciométer azonos kivitelű, azonban teljesen különböző értékűek, az áramkorlátozásra szolgáló 1 kOhm-os típus alul helyezkedik el. A kisjelű tranzisztorokra is vonatkozik az, hogy pontosan figyeljük meg őket: a T1 és a T4 pnp-típus, míg a T2 és T3 esetében npn-típusokról van szó. A hűtőtestek alatt legfeljebb csak 14 mm szerelési magasság áll rendelkezésre! Fürkésző tekintettel vizsgáljuk meg a helyes beültetést, és a forrasztási oldalon is kutassunk az esetleges forrasztási hibák után (téves áthidalások két szomszédos forrasztási pont között, vagy a levágott csatlakozóvezetékek elbújt darabkái).

Majd ezután hozzáláthatunk a hűtőtesteknek a nyomtatott áramkörti kártyához való hozzácsavarozásához. Ehhez vegyünk hűtőtestekként két-két normál M3x10 méretű hengeresfejű csavart, és csavarjuk be a hűtőtest keskeny oldalán lévő hosszanti hasítékba, a benne lévő rovátkolás úgy hat, mint egy „hosszanti menet”. A D7 diódát és a T3 teljesítmény-MOSFET-et ugyanígy csavarozzuk fel, de ugyanakkor a D7 katódlemezét még egy csillámlemezzel és egy szigetelőhüvellyel is el kell látni. A D7 szabaddarab dióda az indukciós csúcson rövidek zárására szolgál, ilyen csúcson jönnek létre például induktív terhelések (pl. egyenáramú motorok) esetében. A dióda a hűtőtesten ül, mivel a T3 vezető állapotában folyó teljes terhelőáramot fel kell vennie a lekapcsolás pillanatában.

A MOSFET is hűtésre szorul 0,16 Ohm értékű (!) hihetetlenül csekély bekapcsolt állapotú (On) ellenállása ellenére, hiszen 10 A értékű terhelőáram esetén $P_v = I^2 \times R = 10 \text{ A} \times 10 \text{ A} \times 0,16 \Omega = 16 \text{ W}$ veszteségi teljesítménytől kell megszabadulnia! Ezért feltétlenül viszonylag kis hőellenállású hűtőtestet kell választanunk, mivel a teljesítmény-félvezetők különben óhatatlanul hőhalált szenvednek! Természetesen a végszerelés után is gondoskodnunk kell arról, hogy a keletkező veszteségi teljesítmény leadható legyen a környezetnek. Az áramhatárolást is gondosan kell beállítani, hogy ne veszélyeztessük a MOSFET-et, amely belsőleg számtalan kis tranzisztorcella (kb. 10 000) párhuzamos kapcsolásából áll, amelyekre a teljes terhelőáram szétoszlik. Mégha az IRC540 maximálisan 28 A-t visel is el, mégis allergikusan viselkedik egy rövidzár esetén folyó áramokkal szemben, kereken 3...5 másodperc múlva ugyanis tönkremegy.

Állítsuk ezért úgy be a P3 potenciométert csatlakoztatott fogyasztó mellett, hogy

10 A maximális áram mellett, amelyre ez a kapcsolás méretezve van, az áramkorlátozás éppen elkezdjen működni (egy motor például ezután már nem ad le teljes nyomatékot). A P1 potenciométert állítsuk úgy be, hogy a csatlakoztatott motornak a legegyszerűsebb ütésmentes járása legyen, amit minden további nélkül hallás után megtehetünk.

Műszaki adatok

Üzemi feszültség	12 - . . 24 V =
Maximális terhelhetőség	10 A
Áramkorlátozás	beállítható 0 - 10 A között
Rövididejű rövidzár-állóság	5 mp
Fordulatszám beállíthatósága	0 - 100% között
Méret	110 x 90 mm

Figyelem! Mielőtt elkezdenék a összeszerelést, először olvassuk nyugodtan végig ezt a szerelési utasítást, (különösen a hibalehetőségekről és a hibaelhárításról szóló fejezetet), és természetesen a biztonsági tudnivalókat, és csak azután vegyük üzembe a szerelőkészletet vagy a készüléket. Utána már tudni fogjuk, hogy miről van szó, és mire kell ügyelnünk, és már eleve

elkerülhetjük azokat a hibákat, amelyek gyakran csak nagyon nagy ráfordítással javíthatók ki!

Végezzük el a forrasztási és huzalozási munkákat abszolút tisztán és lelki-ismeretesen, ne használjunk savtartalmú forrasztóónt, forrasztózsírt, vagy hasonlót. Győződjünk meg arról, hogy nincsenek hidegforrasztási helyek. Ugyanis egy nem tiszta forrasztás vagy rosszul elkészített forrasztási pont, egy mozgó érintkezés, vagy rossz szerelés költséges és időtrábló hibakeresést jelent, és bizonyos esetekben egyes alkatrészek tönkremenetelét, ami gyakran láncreakciót von maga után, és a teljes szerelőkészlet tönkremegy.

Azt is vegyék figyelembe, hogy cégünk nem javítja azokat a szerelőkészleteket, amelyek savtartalmú forrasztóónt, forrasztózsírt, vagy hasonlókat használtak fel a forrasztáshoz.

Elektromos kapcsolások felépítéséhez feltételezzük az alapismereteket az alkatrészek kezeléséről, a forrasztóónról és az elektronikus, illetve elektromos alkatrészekkel való bánásmódról.

Általános tudnivalók egy kapcsolás felépítéséről

Ellenőrizzük minden egyes lépést, minden egyes forrasztási helyet kétszer is, mielőtt továbbhaladnánk! Tartsuk magunkat a szerelési utasításhoz! Hagyjunk magunknak mindenestre elegendő időt.

A nem működés gyakori oka beültetési hiba, például fordítva beültetett alkatrész, integrált áramkör, dióda vagy elektrolit kondenzátor. Feltétlenül ügyeljünk az ellenállások színes gyűrűire, mivel azok gyakran könnyen összececerélhetők.

Ugyancsak ügyeljünk a kondenzátorok értékére, például $n = 10 = 100 \text{ pF}$ (és nem 10 nF). Ügyeljünk arra is, hogy az integrált áramkörök mindegyik lábába legyen dugaszolva a foglalatba. Nagyon könnyen megtörténik, hogy valamelyik láb bedugás közben meggömbül. Egy kis nyomásra az integrált áramkörnek szinte magától be kell ugrania a foglalatba. Ha nem ezt teszi, akkor nagy valószínűséggel meg van görbülve valamelyik láb.

A reklamátlát szerelőkészletek 90 %-a esetében forrasztási hibáról, hidegforrasztásról, rossz forrasztóónról, stb. van szó.

Használjunk ezért a forrasztáshoz kizárólag "SN 60 Pb" (60 % ón és 40 % ólom) jelű elektronikai forrasztóónt. Ennek a forrasztóónnak kolofónium (fenyőgyanta) belső ere van, amely forrasztózsír gyanánt szerepel, amely forrasztás közben megvédi a forrasztási pontot az oxidációtól. Más forrasztási segédanyagot, például forrasztózsírt, forrasztópasztát, vagy forrasztóvizet ne használjunk, mivel azok savtartalmúak. Ezek tönkretelhetik a nyomtatott áramköri lapot és az elektronikai alkatrészeket, ezenkívül vezetik az áramot, és ennek következtében kúszóáramokat és rövidzárat okoznak.

Ha eddig minden rendben van, és mégsem működik a szerkezet, akkor valószínűleg valamelyik alkatrész hibás. Küldjük el a készüléket jól becsomagolva és a hiba pontos leírásával, és a hozzátartozó szerelési utasítást a cég szervizosztályára (csak egy pontos hibamegadás teszi lehetővé a kifogástalan javítást!). A pontos hibaleírás azért fontos, mert a hiba a hálózati tápegységben vagy a külső vezetékezésben is lehet.

Megjegyzés

Ez a szerelőkészlet, mielőtt gyártásra került volna, számtalan példányban megépült és bevizsgálásra került prototípusként. Csak amikor már biztosított a működés és az üzembiztonság szempontjából optimális minőség, kerül a készülék sorozatgyártásra.

I. szerelési fokozat: Az alkatrészek felszerelése a nyomtatott áramköri kártyára.

II. szerelési fokozat: Működés-vizsgálat

Ügyeljünk az alkatrészek beferrasztásakor arra, hogy hézagmentesen forrasszuk be (hacsak nincs előírva ennek az ellenkezője) a kártyára. A kártya síkjából kiálló összes csatlakozóvezetéseket közvetlenül a forrasztási pont felett vágjuk le. Csak kishegyű forrasztópákával szabad a forrasztásokat készíteni. Gondosan végezzük a forrasztási műveleteket és a szerelést.

Forrasztási utasítás

1. Az elektromos kapcsolások forrasztásához alapvetően sose használjunk forrasztóvizet vagy forrasztózsírt, ezek ugyanis savat tartalmaznak, amely károsítja az alkatrészeket és a nyomtatott huzalozást.
 2. Forrasztóanyagként csak gyantás, SN 60 Pb elektronikai ónt (azaz 60 % ón, 40 % ólom) használjunk, ez egyúttal oxidációgátló anyagként is szolgál.
 3. Használjunk legfeljebb 30 watt teljesítményű forrasztópákát. A páka hegye legyen revementes, hogy a hegy jól vezesse a hőt.
 4. Magát a forrasztást lendületesen végezzük, mivel a túl lassú forrasztással károsíthatjuk az alkatrészeket, továbbá ilyenkor leválhatnak a forrasztási pontok vagy a rézfólia huzalozás.
 5. A forrasztáskor egyszerre érjen hozzá a páka az alkatrész vezetékehez és a nyomtatott huzalozáshoz.
- Ezzel egyidejűleg (nem túl sok) forrasztóónt is tartsunk oda, amely szintén felmelegszik. Mihelyst folyni kezd a forrasztóónt, ne vigyük el a forrasztási pontról, hanem várjunk ezután még egy pillanatig, amíg a visszamaradt forrasztóanyag jól szét nem folyik, majd vegyük el a forrasztópákát a forrasztási ponttól.
6. Ügyeljünk arra, hogy az éppen beferrasztott alkatrészt kb. 5 másodpercig ne mozgassuk, miután elvettük onnan a pákát. Ezután egy ezüstösen csillogó, kifogástalan forrasztás marad vissza.

7. A kifogástalan forrasztási pont feltétele a tiszta, nem oxidált pákahegy. Ugyanis piszkos pákahegygel lehetetlen tiszta forrasztást végezni. Szedjük le a pákahegyről minden egyes forrasztás után a felesleges forrasztóónt és piszkot egy nedves szivacs, vagy egy szilikonos pakétörő segítségével.
8. Forrasztás után vágjuk le a kiálló csatlakozóvezetéseket közvetlenül a forrasztási pont felett egy oldalcsípőfogóval.
9. Félvezetők, fénydiódák (LED) és integrált áramkörök beferrasztásánál különösen ügyeljünk arra, hogy ne lépjük túl az 5 másodpercnyi forrasztási időt, mert különben tönkremegy az adott alkatrész. Ezeknél az alkatrészeknél ügyeljünk a helyes polarításra is.
10. Az alkatrészek beültetése után ellenőrizzük alaposan az egyes kapcsolásokat, hogy az összes alkatrész jól és polaritáshelyesen van-e beültetve. Vizsgáljuk meg azt is, hogy véletlenül nem hidaltunk-e át a forrasztóónnal egyes csatlakozópontokat vagy a nyomtatott huzalozást.
11. A szakszerűtlenül végzett forrasztások, a hibás csatlakozások, a hibás kezelés és a beültetési hibák kívül esnek a gyártó hatáskörén.

I. szerelési fokozat:

Az alkatrészek felszerelése a kártyára

1.1 Ellenállások

Először derékszögben behajlítjuk az ellenállások lábait a raszterméretnek megfelelően, és berakjuk a számukra tervezett furatokba (lásd a beültetési rajzot). Majd hajlítjuk szét a csatlakozóvezetéseket 45° -os szögben, hogy ne eshessenek ki az ellenállások a kártya megfordításakor, és gondosan forrasszuk hozzá a nyomtatott huzalozáshoz. Ezután vágjuk le a kiálló drótvégeket.

R 1 = 4,7 k	sárga,	ibolya	piros
R 2 = 4,7 k	sárga,	ibolya	piros
R 3 = 10 k	barna,	fekete,	narancs
R 4 = 47 k	sárga,	ibolya,	narancs
R 5 = 4,7 k	sárga,	ibolya,	piros
R 6 = 4,7 k	sárga,	ibolya,	piros
R 7 = 10 k	barna,	fekete,	narancs
R 8 = 4,7 k	sárga,	ibolya	piros
R 9 = 470 k	sárga,	ibolya,	sárga
R10 = 6,8 k	kék,	szürke,	piros
R11 = 3,9 k	narancs,	fehér,	piros
R12 = 3,9 k	narancs,	fehér,	piros
R13 = 6,8 k	kék,	szürke,	piros
R14 = 10 k	barna,	fekete,	narancs
R15 = 220 Ω	piros,	piros,	barna
R16 = 220 Ω	piros,	piros,	barna
R17 = 1 k	barna,	fekete,	piros
R18 = 220 Ω	piros,	piros,	barna
R19 = 10 k	barna,	fekete,	narancs
R20 = 4,7 k	sárga,	ibolya,	piros
R21 = 10 k	barna,	fekete,	narancs
R22 = 10 k	barna,	fekete,	narancs

Huzaláthidalások

Forrasszuk most be a huzaláthidalásokat (a huzaláthidalásokként az ellenállások levágott huzalvégei szolgálnak).

Diódák

A diódák csatlakozóvezetéseit hajlítjuk le derékszögben a raszterméretnek megfelelően, és dugjuk be a számukra tervezett furatokba (lásd a beültetési rajzot). Ügyeljünk eközben a polarításra. Majd hajlítjuk szét a csatlakozóvezetéseket 45° -os szögben, hogy ne eshessenek ki a diódák a kártya megfordításakor, és gondosan forrasszuk hozzá a csatlakozóvezetéseket a nyomtatott huzalozáshoz. Ezek után vágjuk le a kiálló drótvégeket.

D1 =	1 N 4148
D2 =	1 N 4148
D3 =	3,9V-os Zener-dióda = 3V9
D4 =	3,9V-os Zener-dióda = 3V9
D5 =	1 N 4148
D6 =	12 V-os Zener-dióda
D7 =	MBR 745 (TO 220-as tok)*

* Ezeket a diódákat végül felszereljük hűtőtesttel is.

1.2 Tranzisztorok

Ebben a munkamenetben a tranzisztorokat a kártyán lévő beültetési lenyomatnak megfelelően berakjuk a kártyára és beferrasztjuk.

Ügyeljünk eközben az elhelyezkedésre:

A tranzisztorház körvonala egybe kell essen a kártyán lévő beültetési lenyomaton lévő körvonallal. Tájékozódjunk a tranzisztor lecsapott sík oldala alapján. A csatlakozólábak ne keresztezzék egymást, ezenkívül a tranzisztor teste legyen kb. 5 mm távolságban a kártya síkjától. Ügyeljünk a rövid forrasztási időre, hogy ne menjenek tönkre a tranzisztorok a túlmelegedéstől.

T1 =	BC 307,308 vagy 309 A,B vagy C, vagy BC 557, 558 vagy 559 A,B vagy C
T2 =	BC 237,238 vagy 239 A,B vagy C, vagy BC 547,548 vagy 549 A,B vagy C
T3 =	IRC 540 (TO220-as tok, öt csatlakozóláb) *
T4 =	BC 307,308 vagy 309 A,B vagy C, vagy BC 557,558 vagy 559 A,B vagy C

T5 = BC 237,238 vagy 239 A,B vagy C, vagy BC 547,548 vagy 549 A,B vagy C

IC2= 78L09 feszültségszabályzó (a T1,T2 ill. T4-hez hasonló tok)

*Végül a hűtőtesttel együtt szereljük fel.

Az ábra szövegei balról jobbra: kimenet; test; bemenet

Kondenzátorok

Dugjuk be a kondenzátorokat a megfelelően megjelölt furatokba, hajlítsuk szét egy kissé a lábaikat, és forrasszuk össze tiszta forrasztással a nyomtatott huzalozással. Az elektrolit kondenzátorok (elkők) esetében ügyeljünk a megfelelő polarításra is (+ -).

Figyelem! Egyes gyártók a „+“-t mások a „-“-t jelölik

A mérvadó azonban az a polaritás-jelölés, amelyet a gyártó az elkőkre rányomatott.

C 1 =	0,01	µF = 10 nF	= 103
C 2 =	0,01	µF = 10 nF	= 103
C 3 =	100	µF	
C 4 =	0,1	µF = 100 nF	= 104
C 5 =	4,7	µF	
C 6 =	1	µF	
C 7 =	0,1	µF = 100 nF	= 104
C 8 =	100	µF	
C 9 =	2,2	µF	
C10 =	470	µF	
C11 =	0,1	µF = 100 nF	= 104
C12 =	10	µF	
C13 =	470	µF	

1.4 IC-foglalatok

Dugjuk be az integrált áramkörök számára szolgáló IC-foglalatokat a beültetési oldalról a kártyán feltüntetett megfelelő helyekre.

Figyelem! Ügyeljünk a foglalatban lévő bemaásra vagy egyéb jelölésre, ez az integrált áramkörök számára szóló jelölés (1. csatlakozóláb).

Ahhoz, hogy megakadályozzuk a foglalat kiesését a kártya megfordítása (a forrasztáshoz) esetén, a foglalatnak két, egymással ferdén szembeálló lábát behajlítjuk, majd az összes csatlakozólábat beforrasztjuk.

1.5 Hangoló-potenciométerek

Forrasszuk be most a beállító potenciométereket a kapcsolásba.

P1 = 250	k	(frekvencia)
P2 = 10	k	(fordulatszám)
P3 = 1	k	(áramkorlátozás)

1.6 Teljesítmény-tranzisztor

Ebben a munkamenetben szereljük be a T3 és D7 jelű alkatrészeket. Először az ezekre az alkatrészekre rögzített hűtőtestet csavarozzuk fel alulról a kártyára.

Ehhez vegyünk két M3X8 vagy M3X10 méretű szabvány hengeresfejú csavart, és csavarjuk be őket a hűtőtest keskenyebbik oldalán lévő horonyba, amelynek a recézete menetként viselkedik. Csavarozzuk össze a T3-at a hűtőtesttel (előzőleg egy kissé hajlítsuk előrefelé az 1, 3 és 5 jelű lábát), majd forrasszuk be a csatlakozólábakat a nyomtatott huzalozás felőli oldalán.

Szigetelten csavarozzuk fel a D7 diódát, azaz a dióda és a hűtőtest közé még egy szigetelőgyűrű is kerül.

A csavarra feltesszük a mellékelt szigetelőgyűrűt, és így csavarjuk be a menetekbe.

T3 = IRZ 540

D7 = MBR 745 vagy hasonló

Az alsó ábra szövegei fentről lefelé: hűtőtest; szigetelőtárcsa; szigetelőcsésze; csavar; nyomtatott áramköri lap

1.7 Csavaros csatlakozókapcsok

Most dugjuk be a csavaros kapcsokat a kártyán lévő megfelelő pontokra, és forrasszuk be a csatlakozócsészeket a kártya nyomtatott huzalozási oldalán. A négypólusú kapcsolót két kétpólusú kapocs fecskefarok-vezetékének az összekapcsolásával kapjuk meg.

Mivel a nyomtatott huzalozásnak és a csatlakozókapocsnak nagyobb a testfelülete, itt valamivel hosszabb ideig tartunk rajtuk a páka hegyét, mint egyébként, míg nem az ön jól folyik, és tiszta forrasztási helyet képez.

1.8 Integrált kapcsolások (IC-k)

Befejezésül polaritáshelyesen bedugjuk az integrált áramköröket a számukra szolgáló foglalatokba.

Figyelem! Az integrált áramkörök érzékenyek a helytelen polarításra! Ügyeljünk ezért az IC-k megfelelő jelölésére (horony vagy pont).

Az integrált áramköröket ne cseréljük vagy dugaszoljuk be a foglalatukba olyankor, amikor az üzemi feszültség be van kapcsolva, mivel ennek következtében ugyancsak tönkremehetnek.

IC 1 = NE 555, vagy CA 555: a jelölésnek (horony vagy pont) a P2 felé kell néznie.

IC 2 = 78L09: már az 1. 4 alatt be lett forrasztva.

IC 3 = CA 3240: a jelölésnek (horony vagy pont) az R4 felé kell néznie.

CA 3240

NE 555

Az ábra szövegei: 1 - test; 2 - triggerelés; 3 - kimenet; 4 - reset (visszaállítás);

5 – ellenőrző feszültség; 6 – kapcsolási küszöb; 7 - kisütés; 8 -

1.9 Végellenőrzés

Üzembeállítás előtt ellenőrizzük még egyszer a kártyát abból a szempontból, hogy az összes alkatrész helyesen van-e beültetve, és helyes-e a polarításuk. Vizsgáljuk meg a forrasztási oldalt (nyomatott huzalozás oldala), hogy esetleg forrasztóon maradványok nem hidalták-e át valahol a nyomtatott vezetékvezetést, ami rövid-zárhoz, és alkatrészek tönkremeneteléhez vezethet.

Ellenőrizzük továbbá, hogy nem fekszenek-e levágtott huzaldarabok a kártyán vagy alatta, mert azok szintén rövidzárt okozhatnak.

A legtöbb reklamációval visszaküldött szerelőkészlet hibája a rossz forrasztásra (hidegforrasztási helyek, áthidalások, helytelen vagy nem megfelelő forrasztóon, stb.) vezethető vissza.

Kapcsolási rajz

Beültetési rajz

II. szerelési fokozat:

Csatlakoztatás/üzembeállítás

- Miután beültettük a kártyát, és megvizsgáltuk, hogy nincsenek-e esetleg hibák rajta (rossz forrasztások, ónáthidalások), beüzemelhető a kártya.
- A szerelőkészlet csak hálózati tápegység szűrt egyenfeszültségével, vagy elemekről/akkumulátorról üzemeltethető. Ennek a feszültségforrásnak a szükséges áramot is szállítania kell tudni. Gépkocsik akkumulátortöltői vagy a játékvasutak transzformátorai itt nem alkalmazhatók, és az alkatrészek tönkremenetelét vagy a szerelési egység működésképtelenségét okozhatják.
- A „+M,-M” jelölésű csavaros kapcsokat most egy kis egyenáramú motorra vagy gépkocsi izzóra csatlakoztatjuk.
- Forgassuk most a beállító potenciométer csúszó érintkezőjét középpállásba. A P2-t forgassuk a baloldali ütközésig.
- A másik két kapocsra csatlakoztassuk most az üzemi feszültséget (egyenfeszültség), amelynek a 12 V–24 V tartományba kell esnie (a terhelés üzemi feszültségének megfelelően).
- A csatlakoztatott motornak, illetve izzólámpának most még nem szabad forognia, illetve égnie.
- Forgassuk most a P2 potenciométert lassan jobbra, a motornak most lassan el kell kezdenie forogni, illetve a lámpának égni.
- A motor kívánt fordulatszám, illetve a lámpa fényereje most beállítható kell legyen a P2 potenciométer segítségével.
- Ha a motor fordulatszámja nem állítható be a P2-vel, vagy a motor állandóan a teljes fordulaton jár, akkor azonnal kapcsoljuk le az üzemi feszültséget, és vizsgáljuk meg a teljes kártyát még egyszer az alábbi ellenőrzési lista segítségével.

Ellenőrzési lista a hibakereséshez

Pipáljuk ki a vizsgálat összes lépését!

- A helyes kapocsra csatlakoztattuk az üzemi feszültséget?
- Helyesen csatlakoztattuk a motort vagy esetleg hibás?
- Helyes volt az üzemi feszültség polaritása?
- Az üzemi feszültség értéke bekapcsolt készülék esetén is még a 12 V–24 V tartományba esik?
- Kapcsoljuk ki az üzemi feszültséget.
- Helyes értékű ellenállásokat forrasztottunk be? Ellenőrizzük ezeket az értékeket még egyszer a szerelési utasítás 1.1 pontja szerint.
- Helyes polaritással forrasztottuk be a diódákat? Egybeesik a diódára felvitt katódgyűrű a kártyára nyomtatott beültetési ábrával? A D1 katódgyűrűjének a P2 irányába kell mutatnia. A D2 katódgyűrűjének az R11 irányába kell mutatnia. A D3 és D4 katódgyűrűjének az R10 irányába kell mutatnia. A D5 katódgyűrűjének az R22 irányába kell mutatnia. A D6 katódgyűrűjének az R8 irányába kell mutatnia. Helyesen kötöttük be a beállító potenciométereket? Ellenőrizze az értékeket a darabjegyzék alapján!
- A tranzisztorok értékhelyesen vannak bekötve? Ellenőrizzük a típusjelölést még egyszer a darabjegyzék alapján (két különböző típus).
- Helyes polaritással forrasztottuk be az elkőket? Hasonlítsuk össze még egyszer az elkőkre nyomtatott „+” vagy „-” polaritást a kártyán látható beültetési lenyomattal, illetve a szerelési utasításban lévő beültetési rajzzal. Gondoljunk arra, hogy az elkő gyártmányától függően „+” vagy „-” jelölés lehet rajtuk!
- Az integrált áramkörök helyes polaritással vannak-e bedugva a foglalatba. Nem cseréltük össze a típusokat? Az IC 1-en lévő horonynak vagy pontnak a „P2” felé kell mutatnia. Az IC 2 jelölésének (feliratnak) a C 7 felé kell mutatnia. Az IC 3 jelölésének az R 4 felé kell mutatnia.
- Az összes IC-láb tényleg be van dugva a foglalatba? Nagyon könnyen megtörténik, hogy valamelyik láb meggörbül, vagy a foglalat mellé megy. Nincs-e forrasztási áthidalás vagy rövidzár a forrasztási oldalon? Vesse össze az esetleg akaratlan forrasztási áthidalásnak kinéző nyomtatott huzalozási összeköttetéseket a beültetési lenyomat huzalozási képevel és a szerelési utasításban lévő kapcsolási rajzzal, mielőtt megszakítanánk egy nyomtatott huzalozási összeköttetést (vélt áthidalást)! Tartsuk a megforrasztott nyomtatott áramköri lemezt a fény felé, hogy jobban megállapíthassuk a huzalozás összeköttetéseit vagy

megszakításait, és keressük a forrasztási oldalról ezeket a nemkívánatos kísérő jelenségeket.

- ❑ Nincs egy hidegförasztási hely? Alaposan vizsgáljunk meg minden egyes forrasztási pontot! Vizsgáljuk meg egy csipesz segítségével, hogy nem mozognak-e alkatrészek! Ha gyanúsnak tűnik valamelyik forrasztási pont, akkor forrasztjuk át még egyszer!
- ❑ Vizsgáljuk meg azt is, hogy meg van-e forrasztva mindegyik forrasztási pont, mert gyakran előfordul, hogy forrasztás közben nem veszünk észre egy forrasztási pontot.
- ❑ Gondoljunk arra is, hogy a forrasztóvízzel, forrasztózsírral vagy hasonló oxidáció-mentesítő szerrel, vagy nem megfelelő forrasztóónnal forrasztott kártya nem működhet. Ezek az anyagok vezetik az elektromosságot, és ennek következtében kúszóáramokat és rövidzárat idéznek elő. Ezen túl azoknál a szerelőkészleteknél, amelyeket savtartalmú forrasztóónnal, forrasztózsírral vagy hasonló oxidáció-mentesítő szerrel forrasztottunk, elesik a garancia, azaz ezeket a szerelőkészleteket a gyártó nem javítja, és nem cseréli.

2.10 Ha ezeket a pontokat megvizsgáltuk és az esetleges hibákat kijavítottuk, akkor ismét csatlakoztassuk a kártyát a 2.4 pont szerint. Ha egy esetleges hiba következtében nem romlott el egyetlen alkatrész sem, akkor a kapcsolásnak működnie kell.

Üzemzavar

Ha feltételezhető, hogy már nem lehetséges a veszélymentes üzemeltetés, akkor a készüléket üzemen kívül kell helyezni, és gondoskodni kell a véletlen üzemeltetés megakadályozásáról. Ez az eset akkor áll fenn:

- ha a készüléken látható károsodások vannak
- ha a készülék már nem működésképes
- ha a készülék egyes alkatrészei kilazultak vagy mozognak
- ha az összekötő vezetéseken látható sérülések vannak.

Garancia

Erre a készülékre 1 év a garancia. A garancia felöleli azoknak a hiányosságoknak a díjmentes megszüntetését, amelyek bizonyíthatóan nem kifogástalan anyagok alkalmazására vagy gyártási hibára vezethetők vissza.

Mivel nincs befolyásunk a helyes és szakszerű összeszerelésre, érthető okokból a szerelőkészletek esetében csak az alkatrészek teljességéért és kifogástalan minőségéért vállalhatunk garanciát.

Garantáljuk, hogy az alkatrészek be nem épített állapotban a specifikált adatoknak megfelelően működnek, továbbá a kapcsolás műszaki adatainak a betartását a forrasztási előírások betartása, a szakszerű szerelési munka, valamint az előírások szerint történő üzembeállítás és üzemeltetés esetén.

Minden további igény kizárt.

Nem vállalunk sem szavatosságot, sem bármilyen felelősséget az evvel a termékkel összefüggő károkért vagy következményes károkért.

Fenntartjuk magunknak a választás jogát a hibajavítás, utólagos javítás, vagy alkatrészszállítás között. Az alábbi feltételek esetén nem javítjuk a készüléket, illetve megszűnik a garanciális kötelezettségünk:

- ha a forrasztáshoz savtartalmú forrasztóónt, forrasztózsírt vagy egyéb savtartalmú oxidációgátló szert és hasonlókat használtak fel.
 - ha a szerelőkészletet szakszerűtlenül forrasztották és építették össze
- Ugyanez vonatkozik az alábbiakra is:**
- a készüléken végzett változtatások és javítási kísérletek esetén
 - a kapcsolás önkényes megváltoztatása esetén
 - a szereléskor az alkatrészek nem előírás szerinti, szakszerűtlen kicsomagolása, egyes alkatrészek, pl. kapcsolók, potenciométerek, hüvelyek, stb. szabadon történő vezetékkezelése esetén
 - más, nem eredeti alkatrészek alkalmazása esetén
 - a nyomtatott huzalozás vagy a forrasztószemek megrongálása esetén
 - hibás beültetés, és az abból fakadó következményes hibák esetén
 - a szerelési egység túlterhelésekor
 - a szerelési utasítás és a csatlakozási rajz figyelmen kívül hagyása esetén
 - helytelen feszültség vagy áramnem csatlakoztatása esetén
 - a szerelési egység helytelen polaritása esetén
 - a hibás kezelés, gondatlan vagy helytelen használat okozta károknál
 - „megpatkolt” biztosítékok, vagy helytelen értékű biztosítékok használata következtében fellépő hibák esetén
- Mindezen esetekben a szerelőkészlet visszaküldése a vevő költségére történik.