



Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

SLEDOVAČ SLUNCE S FV PANELEM

Vojtěch Zíval

Zdeněk Flekna

Integrovaná střední škola Nová Paka

Kumburská 846, 509 01 Nová Paka

Nová Paka 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašujeme, že jsme svoji práci vypracovali samostatně, použili jsme pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu použité literatury (kapitola 3.4) a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Nové Pace dne 19.4.2011

podpisy:.....

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bychom chtěli poděkovat našemu konzultantovi Ing. Luboši Malému za organizaci celé práce, řediteli školy Mgr. Zbyňku Hruškovi za poskytnuté finanční prostředky pro tvorbu projektu, firmě AKU servis Vávra za poskytnutý sponzorský dar v podobě akumulátoru a dalším osobám, které se jakýmkoliv způsobem podílely na tvorbě projektu.

ANOTACE

Celá práce je zaměřená na konstrukci automatického natáčecího a přenosného zařízení, určeného jako malá fotovoltaická elektrárna do oblastí bez rozvodné elektrické sítě. Zařízení obsahuje dva monokrystalické fotopanely s maximálním výkonem 40Wp. Energie je soustřeďována do akumulátoru, ze kterého je napájena veškerá elektronika zařízení. Spotřebiče lze připojit na 12V DC nebo přes integrovaný střídač na 230V AC/100W. Elektronické zařízení obsahuje veškeré ochrany.

Klíčová slova:

Fotovoltaická elektrárna; solární natáčecí systém; přenosné zařízení; střídač 12VDC/230VAC 100W; energie pro nedostupná místa.

ANNOTATION

The whole work is aimed for the construction of portable automatic turning gear which is designed as a small photovoltaic power station for the regions without any electrical distribution systems. This device contains of two monocrystalline photomurals with the maximum power 40Wp. The energy is collected in an accumulator from which the whole device electronics is powered up. Any appliances can be connected to 12V DC or through the integrated accumulator to 230V AC/100W.

This electronic device contains all protections.

Key words:

Photovoltaic power station; solar turning system; portable device; inverter 12VDC/230VAC 100W; energy for inaccessible places.

Obsah

1. Úvod	strana
1.1 Proč jsme si projekt vybrali	6
1.2 Stručná charakteristika projektu	6
1.3 Teorie	6
1.4 Naše pojetí	11
2. Konstrukce	
2.1 Zhotovení mechanické konstrukce	11
2.2 Blokové schéma	12
2.3 Natáčení	13
2.4 Regulátor nabíjení baterie	15
2.5 Řídicí panel	17
2.6 Časové relé	18
2.7 Střídač 12/230V	19
2.8 Fotovoltaické panely	19
2.9 Akumulátor	20
3. Závěr	
3.1 Zhodnocení projektu	20
3.2 Přínos	20
3.3 Použití	21
3.4 Použitá literatura	21
4. Příloha	22

1. ÚVOD

1.1 Proč jsme si tento projekt vybrali

Studujeme technicky zaměřenou střední školu a máme rádi, když si občas na praxích zhotovíme nějaký ten zesilovač, blikající stromeček apod. Společně jsme se rozhodli vypracovat větší projekt. Shodou okolností jsme jako třída byli na exkurzi v Myštěvsi, kde je instalováno 17 solárních natáčecích panelů. Na jednom polohovacím zařízení je 30 fotovoltaických panelů. Zde jsme konzultovali s majitelem elektrárny Ing. Liborem Lacinou, jak jeho záměr postavení elektrárny vznikl a jak stavěl modely elektrárny. Mimochodem jeho první model byl zhotoven ze známé stavebnice Merkur. Tato varianta výroby elektrické energie se nám zalíbila, a proto jsme se pustili do projektu s názvem „Sledovač slunce“. Tak vznikl nápad o natáčecím systému solárního panelu.

1.2 Stručná charakteristika projektu

Automatické solární natáčení za sluncem – i takto se dá nazvat tento projekt. Jedná se o konstrukci, která „drží“ dva solární panely. Ve spodní části se nacházejí dvě čidla, která komunikují se zařízením uloženým v hlavní rozvaděči. Pokud dopadá stejné množství světla na obě čidla, konstrukce stojí a solární panely vyrábí právě nejvíce energie. Pokud se slunce posune jiným směrem, časové relé sepne el. obvod, který opět vyrovnává solární panely do té doby, než se na čidlech objeví stejné množství světla. Toto automatické natáčení se dá vyřadit z provozu a poté využít manuální natáčení. Při maximálním vytočení se celý mechanismus vypne pomocí koncových spínačů z bezpečnostních důvodů kvůli poškození. Vyrobený el. proud se přivede na regulátor. Ten má na starost dobíjet akumulátor v požadovaném napětí. Jako poslední zařízení se v rozvaděči nachází střídač napětí. Na rozvaděči můžeme vidět napětí na solárních panelech, odebíraný proud, výstupní napětí ze střídače a přepínače na automatické či manuální natáčení.

1.3 Teoretická část

Špičková technologie výroby elektrické energie z fotovoltaiky zaujala důležité místo v energetických koncepcích mnoha evropských zemí. Šetrný způsob k životnímu prostředí je stále aktuálnější vzhledem k nevratně narušenému klimatu na Zemi. Je téměř povinností nás všech zaujmout aktivní postoj ke všem alternativním zdrojům energií, mezi které fotovoltaické systémy neodmyslitelně patří.

Předpokládá se, že během několika desetiletí budou fotovoltaické panely vyrábět až dvacetinu světové potřeby elektřiny. Provoz solárních panelů je ekologicky čistý, při provozu nevzniká žádné znečištění ani jiné negativní vlivy. Energie potřebná na jejich výrobu se vrátí dle jednotlivých typů kolem 2-5 let. Šetříme tak omezené zásoby energetických zdrojů a stáváme se energeticky nezávislími. Zdroj solární energie je nevyčerpatelný a přístupný téměř kdekoli na Zemi.

Přínos fotovoltaických článků spočívá ve výrobě elektřiny přímo ze solárního zařízení. Jde v zásadě o to, že na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo, vzniká elektrické napětí a uzavřením obvodu lze získat elektrický proud. Nejpoužívanějším materiálem pro výrobu

fotovoltaických článků je křemík. O principech a fungování fotovoltaických článků bylo a bude v různých pracích napsáno určitě hodně, a proto jsme se omezili pouze na shrnutí.

Výkonovou jednotkou fotovoltaických panelů je Wp (watt peak), je to špičkový výkon naměřený za daných podmínek (ozáření 1000W/m^2 , teplota 25°C a složení světla). Účinnost solárních panelů je cca 14 - 18%, životnost 25 - 30 let. Na jeden m^2 území ČR dopadne ročně v průměru 950 – 1050 kWh energie. Celková průměrná roční doba slunečního svitu jen v Praze představuje asi 1550 hodin. S ohledem na účinnost fotovoltaických panelů a dalších potřebných zařízení tak lze za rok získat z 1m^2 80 – 120 kWh elektřiny.

Polohovatelná instalace je osazována na speciální konstrukci pro automatické natáčení a naklápění panelů, ovšem v porovnání s případným zvýšením výkonu je instalace nákladná.

Na odlehlých místech (horské chaty, chalupy a další objekty, samoty, jachty atd.), kde není elektřina k dispozici a vybudování přípojek je finančně velmi náročné nebo není z technických důvodů dokonce vůbec možné, je výroba elektřiny fotovoltaickými panely nutná.

K nezávislé výrobě elektřiny postačí **fotovoltaický panel, regulátor a akumulátor**. Solární záření dopadající na povrch panelu je přeměněno na elektřinu, která je uložena v akumulátorech nebo vedena do distribuční sítě. V akumulátorech elektrickou energii můžete použít nejen pro osvětlení, napájení televize a rádia, pohon elektrického nářadí nebo oběhového čerpadla, ale také pro poplašná zařízení, protože nedochází k výpadkům proudu. Tuto elektrickou energii využijete pro veškeré spotřebiče s napájením 12 nebo 24V.

Pokud je potřeba připojit běžný spotřebič na 230V, stačí mezi akumulátor a zmíněný spotřebič zapojit **napětový střídač**. Fotovoltaickým panelům nevádí déšť, sníh, kroupy ani hluboký mráz, provozu nepřekáží ani vysoké teploty.

Putování Slunce během roku

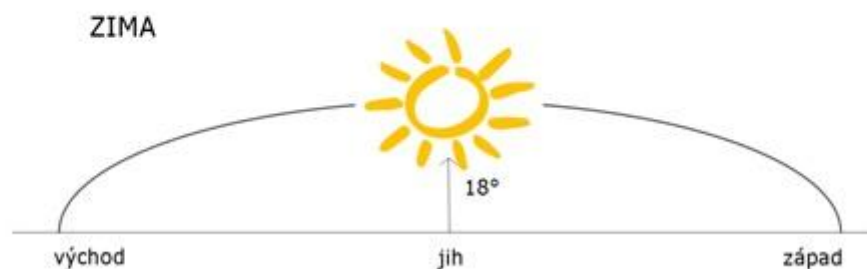
Země se otáčí okolo zemské osy s periodou 24 hodin (ve skutečnosti je to zhruba o 4 minuty méně. Tento jev je dán tím, že Země obíhá zároveň kolem Slunce a během jednoho dne se na své dráze dokáže posunout o ≈ 4 minuty).

Kružnici, kterou Slunce po obloze zdánlivě opisuje, nevidíme v našich zeměpisných šířkách nikdy celou. To by se nám mohlo podařit pouze v polárních oblastech a zároveň v období polárního dne, který nastává v létě. U nás vidíme z této kružnice jen část (v létě větší a v zimě menší část).

Rotace Země je vůči rovině oběžné dráhy skloněna přibližně o 23° .

ZIMA

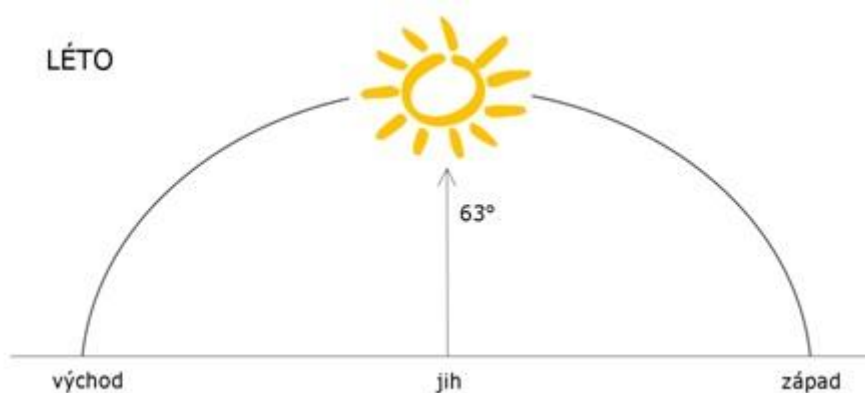
Pokud je na severní polokouli zima, je severní polokoule odkloněna od Slunce. Slunce se pohybuje nad obrátníkem Kozoroha (23° na jih od rovníku). Maximální výška nad obzorem, na kterou se Slunce dostane v době zimního slunovratu (v době delších nocí), je pouhých 18° .



Obr. 1 – Slunce v zimním období

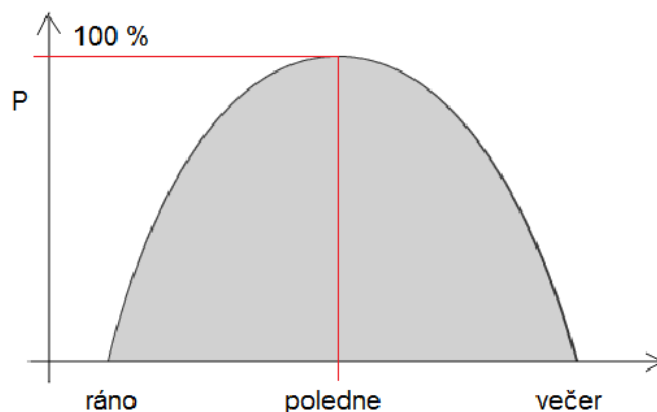
LÉTO

V létě, v období kolem letního slunovratu, se Slunce pohybuje nad obratníkem Raka (23° na sever od rovníku). V našich zeměpisných šířkách vystoupá v létě až na 63° nad obzor.



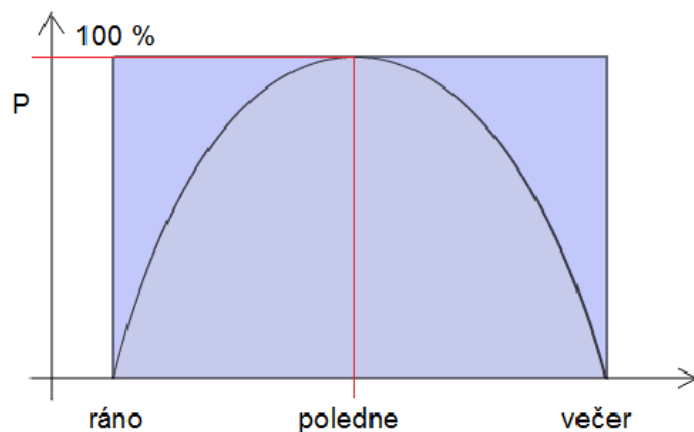
Obr. 2 – Slunce v letním období

Následující tři obrázky níže vysvětlují přírůstek zachycené energie polohovacím zařízením. *Obr. 3* ukazuje průběh výkonu pevně nainstalovaných fotovoltaických systémů. Plocha pod křivkou reprezentuje zachycenou energii W_{PEV} .



Obr. 3 - Časový průběh výkonu během dne u pevných fotovoltaických panelů

Energii W_{POL} fotovoltaického panelu, který ideálně sleduje pohyb Slunce, tzn. že paprsky dopadají vždy kolmo na fotovoltaický panel, popisuje obr. 4

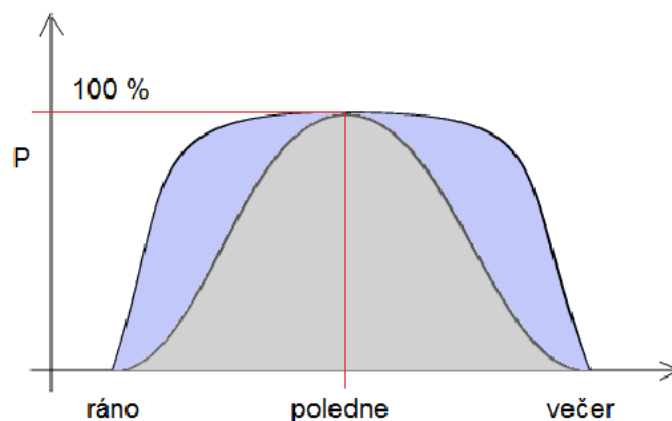


Obr. 4 - Časový průběh výkonu během dne u pohyblivého v porovnání s pevně instalovaným fotovoltaickým panelem

Porovnáním energií přicházíme k přírůstku přibližně 1,57x. Ve skutečnosti je toto navýšení nižší a pohybuje se kolem 30 ÷ 50% (obr. 5).

Snížení navýšení je hlavně způsobeno např. těmito aspekty:

- po východu slunce a před jeho západem svítí slunce přes silnou vrstvu atmosféry, která snižuje intenzitu dopadajícího záření na plochu fotovoltaických panelů orientovanou kolmo ke směru poledního záření,
- ve vyšších zeměpisných šířkách může být den delší než 12 hodin,
- vlivem difúzního záření.



Obr. 5 - Korigovaný časový průběh výkonu během dne u pohyblivého v porovnání s pevně instalovaným fotovoltaickým panelem

Další vlivy se dají odhadnout pouze z dlouhodobých statistik. Zatažená obloha způsobuje, že se natáčený i pevný panel chovají stejně. Podle statistik tak v delším časovém horizontu dokáže vyrobit panel natáčený ve dvou osách ve středoevropských podmínkách jen asi o jedenáct procent více energie než panel pevně nastavený. Lepších výsledků lze dosáhnout pouze v jižněji položených lokalitách, kde bývá vyšší počet slunečních dní a nad difuzní složkou převládá přímá složka slunečního záření.

Zařízení pro sledování pohybu slunce

Zařízení pro sledování pohybu slunce zajišťuje trvalý kolmý dopad paprsků slunce na fotovoltaický panel. Tyto systémy zároveň často umožňují přímé připojení na spotřebiče bez baterií. Sledovač slunce vykazuje nejvyšší zisk v ranních a večerních hodinách, kdy je pevný panel osvětlený pouze difuzní složkou záření (rozptýleným zářením oblohy). V té době ovšem prochází přímé sluneční záření i mnohonásobně větší vrstvou atmosféry, a je tím pádem silně utlumené.

Pro sledování polohy slunce jsou vyvinuté různé technologie:

- a) *aktivní – senzor polohy slunce + motor;*
- b) *pasivní – využívá tepelné roztažnosti plynů;*
- c) *časovací – systém, který pracuje s reálným časem a vypočítává polohu slunce + motor.*

U malých natáčecích systémů, které jsou nejrozšířenější, se často používá natáčení kolem jedné osy (náš případ), což umožňuje sledovat denní pohyb slunce po obloze. Změna výšky slunce nad obzorem se v průběhu roku několikrát ručně nastaví. Dochází sice k určitým ztrátám, kdy poloha panelu vzhledem k výšce slunce nad obzorem není ideální, ale s ohledem na výkon malých FVS jsou tyto ztráty zanedbatelné. U velkých natáčecích systémů se používá natáčení ve dvou osách.

1.4 Naše pojetí

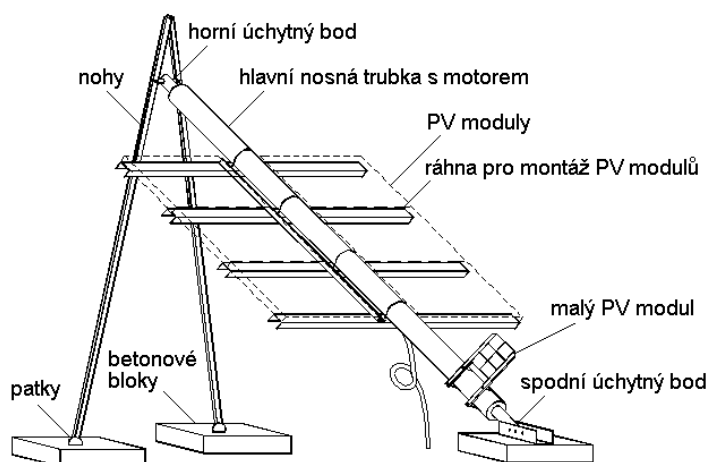
Celý projekt se zabývá zjištěním využitelnosti automaticky natáčejších se solárních panelů. Každé použité zapojení nebo součástka navíc se musí promýšlet s rozvahou. Nám šlo hlavně o to, aby se co nejvíce energie ušetřilo při samotném natáčení, a tím se využilo více energie pro napájení námi použitého měniče 12V/230V. Celý regulátor dobíjení byl použit z časopisu AR 3/2007. Pro automatické natáčení jsme použili časové relé, které spouští natáčení v určitý čas na předem nastavenou dobu. Posledním problémem byl pro nás střídač. Nakonec jsme byli nuceni střídač koupit a následně upravit pro naše potřeby, a to z jediného důvodu, kvůli již zmiňované spotřebě. Celý systém odebírá na prázdko se zapnutým časovým relé a střídačem okolo 360mA.

Pro horizontální natočení je použita obyčejná šroubovice, kterou se nastavuje určitý úhel celého zařízení. V létě je tento úhel cca 63° (obr. 1), v zimě to je 18° (obr. 2). Horizontální úhel se tedy nastavuje např. 1x měsíčně, a proto je zbytečné za účelem úspory co nejvíce el. energie řešit tento problém automaticky.

2. Konstrukce

2.1 Zhotovení mechanické konstrukce

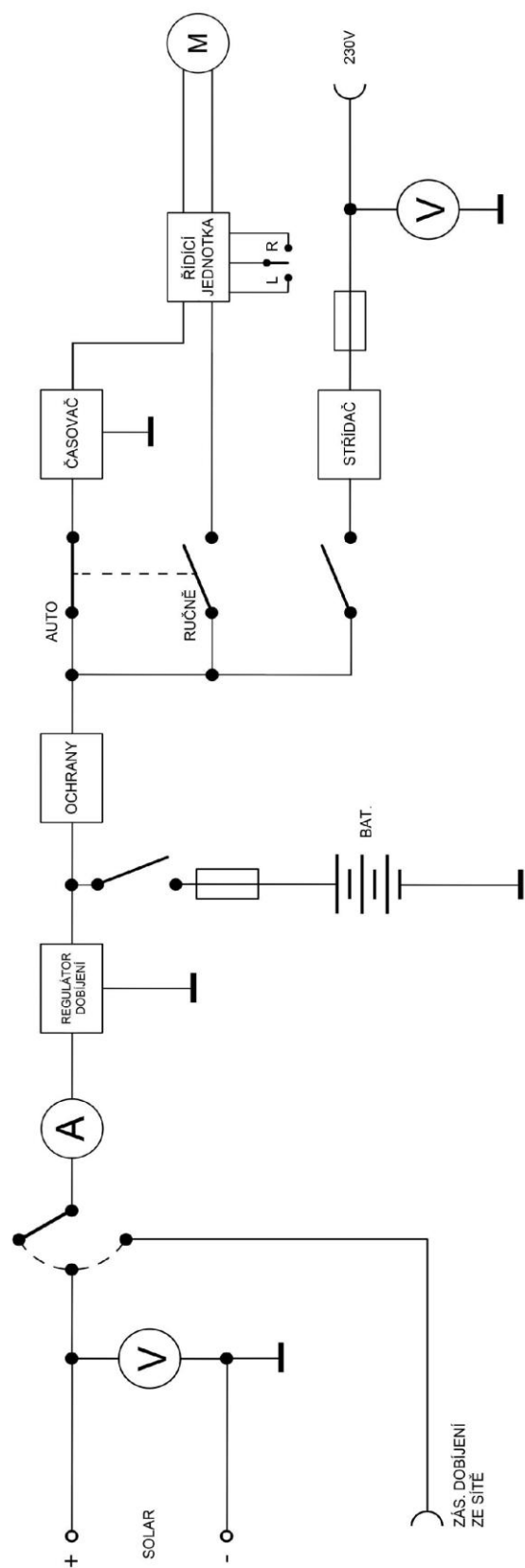
Největší starost nám od počátku dělala mechanická konstrukce a strojírenské práce. Předlohou nám byla konstrukce TRAXLE (obr. 6). Informace jsme čerpali z internetu a literatury [1]. Nakonec se do projektu v minulém školním roce zapojili i učni druhého ročníku oboru nástrojař. Protože byli mimořádně zruční, smontovali celou mechanickou konstrukci dle předloh sami ještě během minulého školního roku. Předlohy a výkresy jim sice upravil jejich vyučující Ing. Jiří Vojtíšek, ale výsledek byl takový, že si celou konstrukci svařili v dílnách po svém. Bohužel konstrukční výkresy již nebyly překresleny a zpracovány v elektronické podobě, takže výsledek dokreslují pouze fotografie v příloze.



Obr. 6 - Mechanická konstrukce TRAXLE

V průběhu minulých letních prázdnin byla konstrukce opatřena barvou. V letošním školním roce jsme na konstrukci připevnili fotovoltaické panely a provedli elektroinstalaci.

2.2 Blokové schéma



2.3 Natáčení

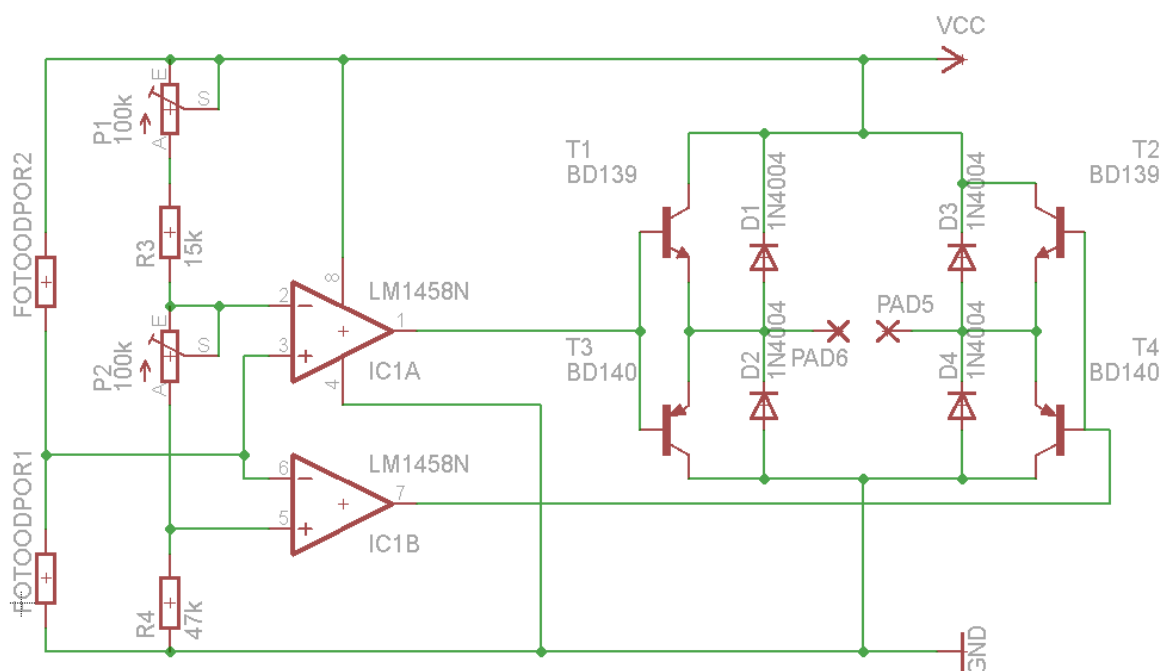
O natáčení mechanismu se stará malý a jednoduchý obvod, který je vidět níže na schématu (obr. 8).

V obvodu jsou použity dva operační zesilovače. Jako čidla zde slouží dva párované fotorezistory. Jejich natočení musí být pod úhlem 45° a jsou odděleny tmavou přepážkou, v našem případě černým platem (obr. 7) pro pohlcení slunečních paprsků. U odrazných materiálů, jako je obyčejný plech, dochází k odrazu paprsků, a tudíž nepřesnosti natáčení. Výstupy operačních zesilovačů jsou přivedeny na čtyři tranzistory zapojené do můstku. Každý tranzistor je chráněn diodou. Tranzistory jsou opatřeny malým chladičem. K mechanickému natočení zde hýbat celým mechanismem již od 5V a servopohonu MK-CN (obr. 9). Servopohon který byl vyměněn za stejnosměrný motore spínači, které jsme použili jako ochranu panelů. Horizontální natáčení je řešeno po ručně.



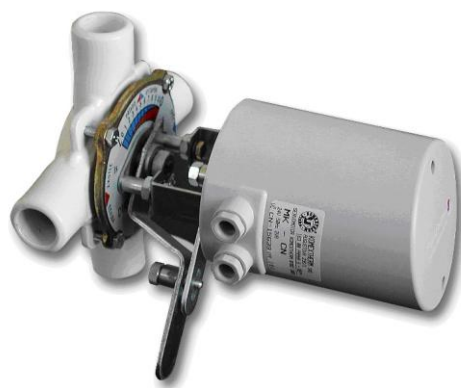
Obr. 7 - Fotorezistory pro snímání Slunce

chladičem. K mechanickému natočení zde slouží malý stejnosměrný motor, který dokáže hýbat celým mechanismem již od 5V a odběru několika mA, a to díky získanému servopohonu MK-CN (obr. 9). Servopohon měl pro pohyb hřídele střídavý motor na 24V, který byl vyměněn za stejnosměrný motorek na 12V. Výhodou je také vybavení koncovými spínači, které jsme použili jako ochranu před poškozením konstrukce při velkém otočení panelů. Horizontální natáčení je řešeno pomocí šroubovice, které se provádí méně často ručně.



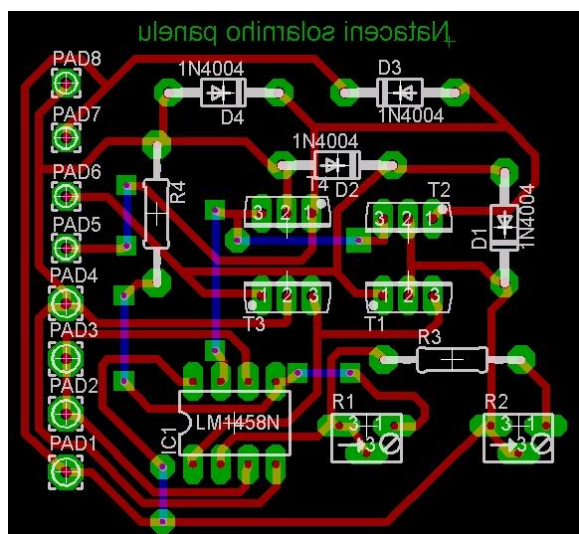
Obr. 8 - Schéma el. obvodu pro natáčení solárního panelu

Toto jednoduché zapojení ovládající natáčení solárního panelu řídí dva komparátory. Na jejich vstup jsou zapojeny dva fotoodpory umístěné na solárním panelu. Pokud je jejich odpor stejný (panel je správně natočen – svítí na oba odpory stejné množství světla), komparátory mají na výstupu stejné napětí a motor se netočí. V případě změny hodnoty jednoho z fotoodporů se na jednom komparátoru objeví jiné napětí, tudíž se otevře jedna dvojice tranzistorů a motor se začne točit na požadovanou stranu. Každý tranzistor je chráněn diodou. Přesnější nastavení poměru odporu a citlivost celého zařízení obstarávají dva trimry zapojené před operační zesilovači.



Obr. 9 – Servopohon MK-CN

Tištěný spoj byl navržen v programu Eagle a vyroben fotocestou. Osazovací schéma je na



Obr. 10 - Osazovací schéma
obr. 10. Hotový a zabudovaný modul je na
obr. 11.



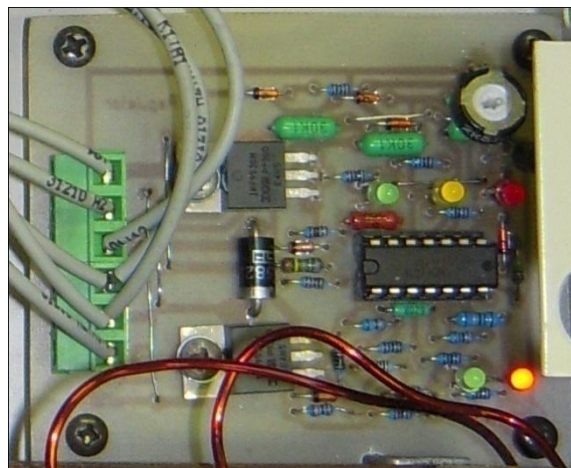
Obr. 11 - Hotový modul natáčení

Seznam součástek:

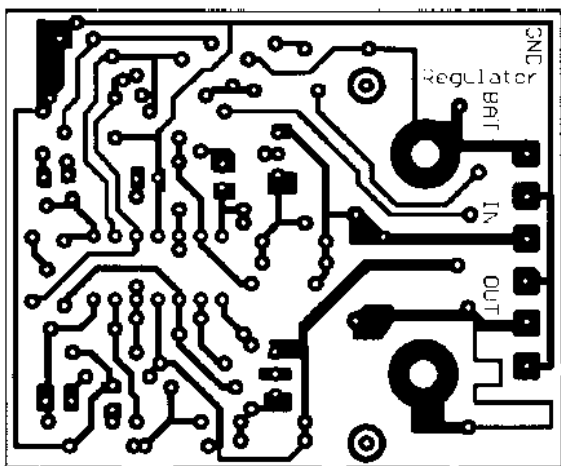
R1, R2	Kompl. dvojice fotorezistorů	T1, T3	BD139
R3	15K	T2, T4	BD140
R4	47K	D1...D4	1N4001
P1	10K	A1, A2	TL741
P2	100K		

2.4 Regulátor nabíjení baterie

Jednou z hlavních součástí celého obvodu jsou operační zesilovače. Těmto zapojením OZ říkáme komparátory. Porovnávají vstupní napětí a poté pošlou na výstup OZ kladné nebo záporné napětí. První část obvodu IO1D obstarává nabíjení baterie. Pokud se objeví na invertujícím vstupu IO1D větší napětí než na neinvertujícím vstupu, pak se „uzemní“ výstup a začne emitovat zelená LED dioda D1 indikující nabíjení. První tranzistor T1 se otevře a napětí, které dodává solární panel, začne nabíjet baterii. Když se baterie nabije na dostatečné napětí (13,8 – 14,4V), na neinvertujícím vstupu bude větší napětí a následně se uzavře tranzistor T1. Přepětí na baterii nám indikuje červená LED dioda D4, která se přes tranzistor T3 uzemní a začne emitovat. Otevření tranzistoru právě při napětí 14,4V nastavíme pomocí trimru R9.



Obr. 12 - Osazený tištěný spoj

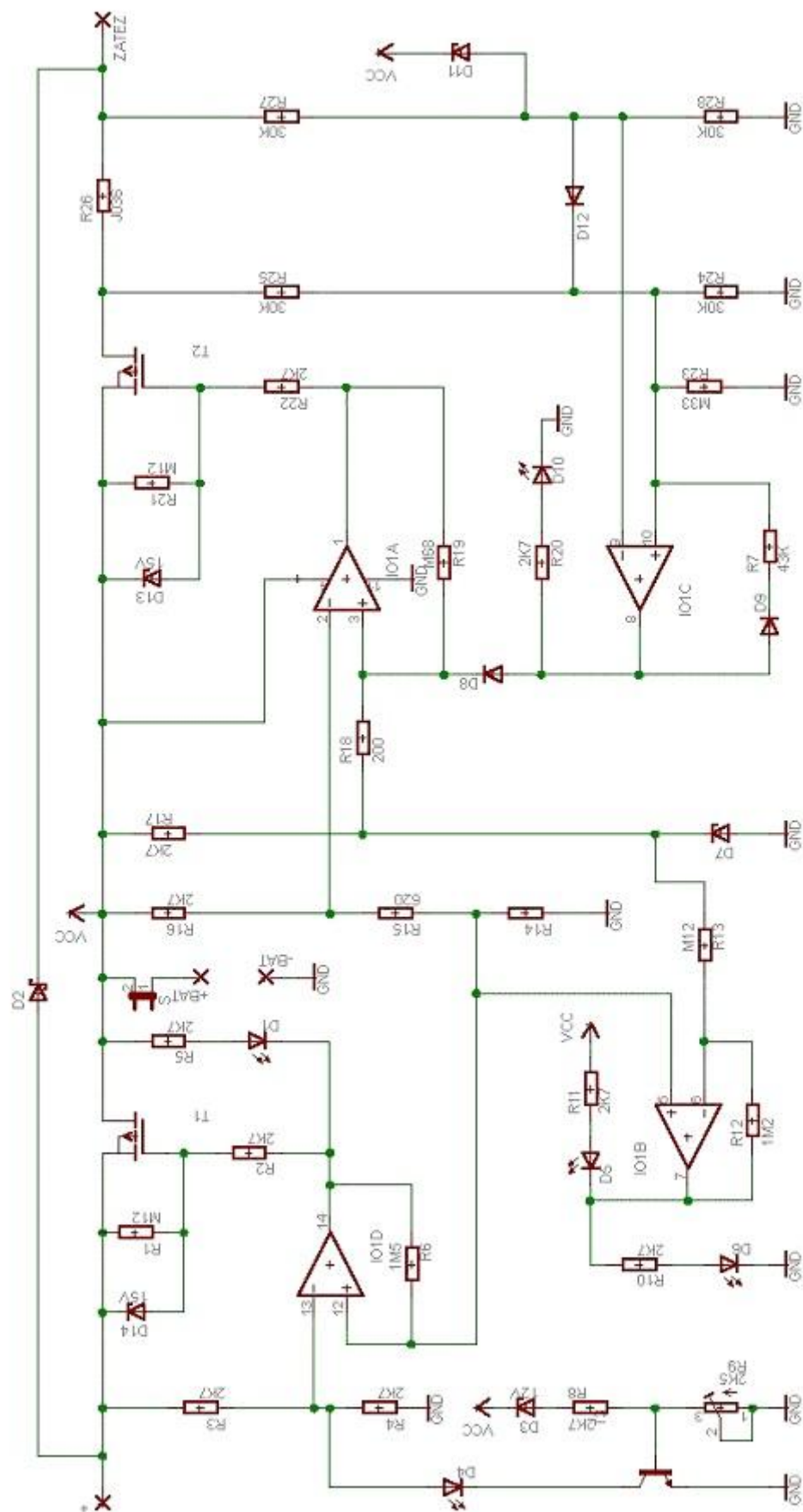


Obr. 13 - Obrazec plošného spoje regulátoru

Druhá část IO1B indikuje stav baterie. OZ opět porovnává na vstupech napětí. Na anodu červené LED diody je přivedeno napětí z akumulátoru. Pokud bude na výstupu OZ zhruba polovina napětí, než je na akumulátoru, začne emitovat současně červená D5 i zelená LED dioda D6, což indikuje správný stav akumulátoru.

Poslední část zajišťuje ochranu proti zkratu. Je zde použita elektronická pojistka, a to z důvodu ochrany tranzistorů T2. Použití běžné pojistky by bylo pomalé a než by došlo k přerušení, tranzistory by shořely. IO1C porovnává napětí na odporu R26.

Pokud na tomto odporu klesne napětí, operační zesilovač se překlápí, na výstupu bude kladné napětí a rozsvítí se dioda D10, která indikuje zkrat. Zároveň přejde napětí na vstup IO1A, který vypne tranzistor T2, a tudíž odpojí zároveň zátěž.



Obr. 14 - Schéma regulátoru

Seznam součástek:

R2, R3, R4, R5, R8, R10, R11, R16, R17, R20, R22	2,7 kΩ, miniaturní	R26	(j033)
R1, R13, R21	120 kΩ, miniaturní	D1, D6	LED (zelená)
R6	1,5 MΩ, miniaturní	D2	1N5821
R7	43 kΩ, miniaturní	D3	BZX83V013
R9	2,5 kΩ, trimr	D4, D5	LED (červená)
R12	1,2 MΩ, miniaturní	D7	BZX83V006.2
R14	3,3 kΩ, miniaturní	D8, D9, D12	1N4148
R15	620 Ω, miniaturní	D10	LED (žlutá)
R18	200 Ω, miniaturní	D11	BZX83V010
R19	680 kΩ, miniaturní	D13, D14	BZX83V015
R23	330 kΩ, miniaturní	T1, T2	IRF9530N
R24, R25,		T3	BC547B
R27, R28	30 kΩ, miniaturní	IO1	TL074

Odpor R26 by byl kvůli sledování úbytku napětí příliš velký a měl by velké výkonové ztráty, a proto byl použit odpor vytvořením určité délky cesty v tištěném spoji. Jeho hodnota se vypočítá pomocí tohoto vzorce:

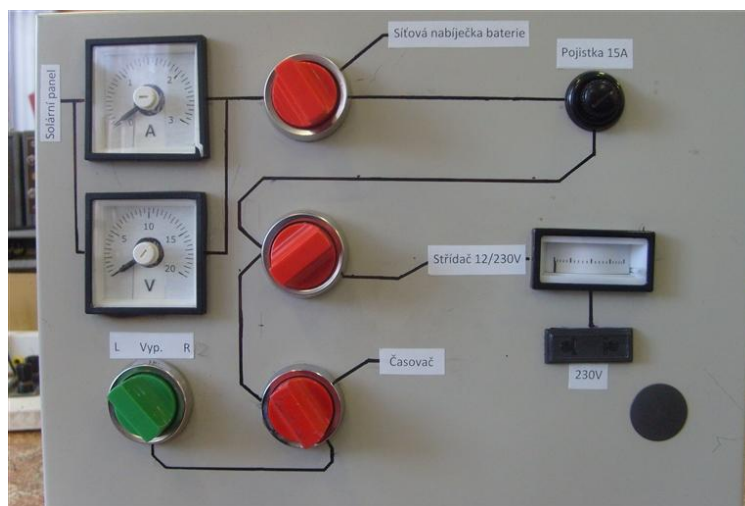
$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

2.5 Řídicí panel

Celé zařízení může obsluhovat téměř jakákoliv osoba. Hlavní oceloplechový rozvaděč (obr. 15) byl použit ze starší zabezpečovací ústředny. Několik přepínačů ovládají chod celého zařízení. V levé horní části rozvaděče je indikováno napětí na solárních panelech a proud tekoucí ze solárních panelů.

První přepínač slouží k přepínání napájení regulátoru ze solárních panelů a sítě, a to z důvodu potřeby napájení při nulovém výkonu solárních panelů. Druhý přepínač vypíná a zapíná střídač, třetí spouští automatické nebo manuální natáčení solárních panelů a čtvrtý spíná motor ve směru vlevo a vpravo při použití manuálního natáčení.

V rozvaděči se také ještě nachází pojistka proti zkratu a voltmetr výstupního napětí ze střídače (230V).



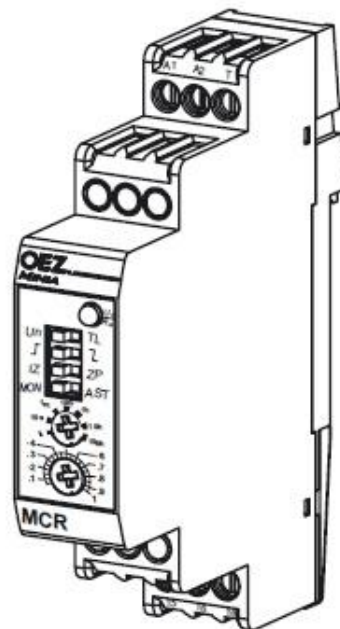
Obr. 15 – Pohled na řídicí panel

2.6 Časové relé

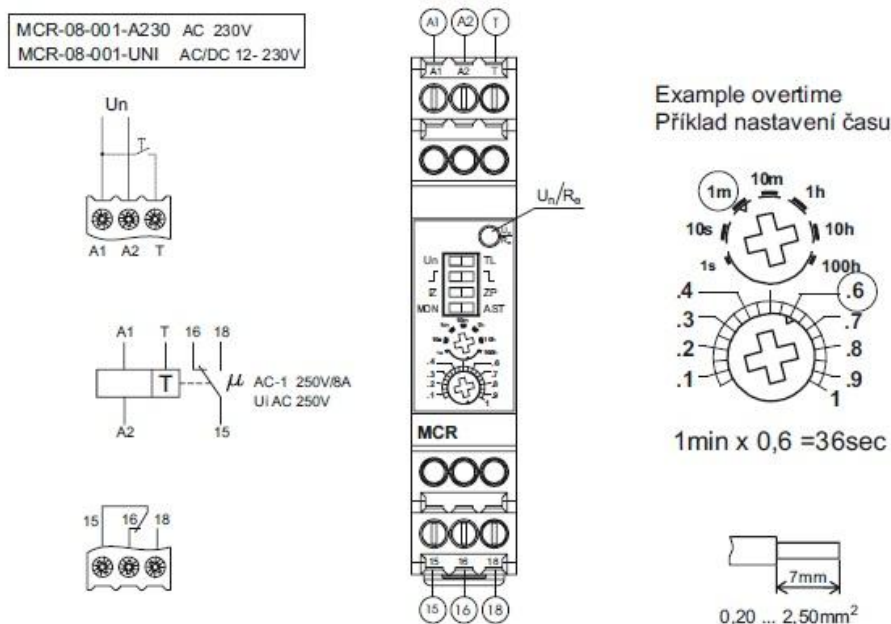
Tento způsob spouštění automatického natáčení jsme zvolili z jednoho hlavního důvodu, a tím je opět již zmiňovaná úspora energie. Konkrétně tento typ má výhodu v nastavení dvou časů, a to sepnutí a rozepnutí kontaktů na požadovanou dobu. Časové relé vyráběné firmou OEZ nabízí širokou škálu nastavení časového spínání a rozepínání. Zapojení je znázorněno na schématu (obr. 17). Nastavení časového sepnutí či délku rozepnutí relé se nastavuje pomocí dvou trimrů.

Parametry

Jmenovité pracovní napětí AC	250 V _{AC}
Jmenovité pracovní napětí DC	24 V _{DC}
Jmenovitý proud	8 A
Jmenovité prac. napětí AC (ovládací obvod)	12 ÷ 230 V
Jmenovité prac. napětí DC (ovládací obvod)	12 ÷ 230 V
Jmenovitý kmitočet	50 Hz
Krytí	IP20
Vodič tuhý max.	2,5 mm ²
Teplota okolí min.	-20 °C
Teplota okolí max.	55 °C



Obr. 16 - Časové relé



Obr. 17 - Schéma zapojení relé

2.7 Střídač 12/230V

Invertor napětí (střídač), který je zde použit pro získání střídavého napětí 230V jsme zabudovali do rozvodné skříňe a následně jsme vyvedli zásuvku pro 230V na přední stranu panelu. Uvnitř panelu se nachází LED dioda, která indikuje stav zkratu, přetížení apod. Při delším odebrání proudu z AC výstupu se může stát, že se invertor vypne, a to z důvodu přehřátí invertoru. Pokud je na invertoru nízké napětí, střídač na to upozorňuje hlasitým pískáním a po cca 5 minutách se automaticky vypne. Střídač jsme doplnili o větší chladič pro lepší chlazení při větším odběru proudu a zároveň také chrání elektroniku před vniknutím jakéhokoliv předmětu.

Parametry:

Výstupní výkon (jmenovitý)	100W	Frekvence	50 Hz
Výstupní výkon (špička)	200W	Alarm nízkého napětí baterie	10,5 +/-0,5V
Proud	<=0.15A	Vypnutí invertoru	10 +/-0,5V
Vstupní napětí (DC)	12V (10~15V)	Účinnost	85-90%
Výstupní napětí (AC)	230V	Tepelná ochrana	65°C +/-5°C

2.8 Fotovoltaické panely

Kvalitní panel má tři ochranné vrstvy, které zajišťují vysokou odolnost, a tudíž vysokou životnost panelů. Velmi kvalitní duralový rám umožňuje montáž panelů do připraveného rámu natáčecího zařízení. Panely obsahují vestavěnou ochranu proti přehřátí. Výkon je garantován po dobu 25 let. Panely byly vyrobeny firmou Richsolar a jsou certifikovány v německé zkušebně TÜV. Škola je zakoupila od firmy Deramax.



Parametry:

Výkon ve špičce	20Wp
Maximální napětí bez zátěže	21,96V
Maximální napětí do zátěže	17,82V
Maximální proud do zátěže	1,14A
Teplotní rozsah	-40°C až +85°C
Hmotnost	2,6KG
Rozměry	640 x 290 x 25mm
Tolerance	±2%

2.9 Akumulátor

Akumulátor jsme dostali zdarma jako sponzorský dar od místní firmy AKU servis Vávra Nová Paka. Parametry použitého olověného akumulátoru:

Typ	CSB GP1272F2
Napětí	12V
Proud	7,2Ah



3. Závěr

3.1 Zhodnocení projektu

Celý projekt byl časově náročný. Pomáhalo nám na něm hodně spolužáků naší školy. Celá práce trvala asi dva roky. Pracovali jsme v dílnách i ve svém volném čase doma. Všechny obsažené moduly v rozvaděči jsou tvořeny s rozvahou na spotřebu el. energie. Každý modul byl vyroben několikrát. Někdy modul nefungoval, jindy zase shořely součástky. Nakonec se podařilo dát vše dohromady a celé zařízení nyní funguje. Největším problémem bylo zkonstruování střídače. Již jsme měli navinutý transformátor a zhotovené zapojení, ale bohužel měl tento střídač takové ztráty, že by bylo dost neekonomické jej použít. Navíc transformátor společně se zapojením a chladičem byly velice rozměrné, a proto jsme zvolili variantu koupě již vyrobeného střídače. Střídač jsme vyjmuli z ochranného krytu a zabudovali do rozvaděče. Na původní chladič jsme připevnili ještě jeden větší, aby se při větším odběru střídač příliš nezahříval. Zároveň slouží chladič proti vniknutí nežádoucích předmětů do elektroniky. S výsledkem naší práce jsme celkem spokojeni a jsme připraveni případné nedostatky ještě odstranit.

3.2 Přínos

Po dokončení natáčecího zařízení nás zajímalo, jaká je finanční návratnost celého projektu. Celkové náklady činily 8 000,-Kč. V této ceně je započítán všechny materiál bez lidské práce. Podle statistik dopadá na území ČR přibližně 1000kWh/m² ozáření sluneční energie za rok. Plocha obou panelů je 0,37m². Tím pádem lze z fotovoltaických panelů dostat maximální energii 370kWh za rok. Při současné ceně elektřiny v nejběžnější sazbě v domácnosti (D02), která činí 4,645,- Kč/kWh, bychom zaplatili za rok přibližně 1 722,- Kč. Pokud vydělíme pořizovací náklady solárního natáčecího panelu touto částkou, dostaneme přibližnou dobu, za kterou se zařízení samo zaplatí a začne vydělávat. U nás je to doba necelých 5 let.

3.3 Použití

Solární natáčecí mechanismus je možno využít na odlehlých místech, samotách, chalupách, rekreačních zařízeních, jako napájení pro mobilní radioamatéry apod.

Solární panel bude po absolvování soutěže použit k výuce el. měření na naší škole. Úloha bude spočívat v měření intenzity osvětlení v závislosti na výstupním proudu, popřípadě napětí. Sonda se bude skládat buď z obyčejného luxmetru, popřípadě složitější sondy, které budou vyhodnocovat na měřidle s nulou uprostřed odchylku od maximálního proudu či napětí. Tato sonda bude složena ze čtyř odporů, z nichž místo jednoho bude použit fotoodpor a místo ostatních odporů patrně laboratorní dekády na přesné nastavení nuly. Poté bude zpracován graf v závislosti osvětlení na velikosti výstupních veličin.

3.4 Použitá literatura

- [1] – Libra, Martin – Poulek, Vladislav: *Fotovoltaika – teorie i praxe využití solární energie*
- [2] – Bannert, Petr – Potůček, Jaroslav: *Natáčecí fotovoltaický systém*
- [3] – Diedrich, Kurt: *Elektronika tajemství zbavená – Pokusy s operačními zesilovači*
- [4] – Časopis Amatérské rádio: 4/2003, 3/2007, 4/2009, 5/2009
- [5] – Internet: www.richsolar.com
www.solarniobchod.cz
www.solar-solar.com
www.solar-trackers.com

4. Příloha



Obr. 18 – Solární natáčecí mechanismus



Obr. 19 – Odpojený řídicí panel



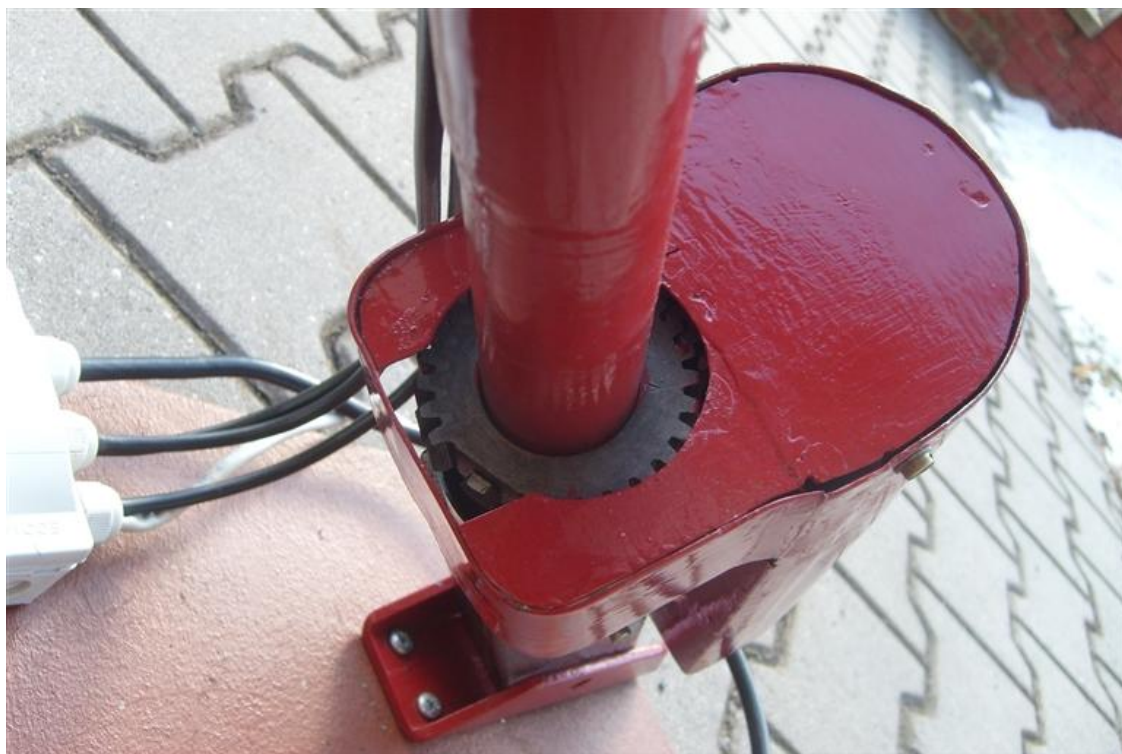
Obr 20 – Šroubovice pro horizontální nastavení



Obr. 21 – Detail ložiska natáčecí konstrukce



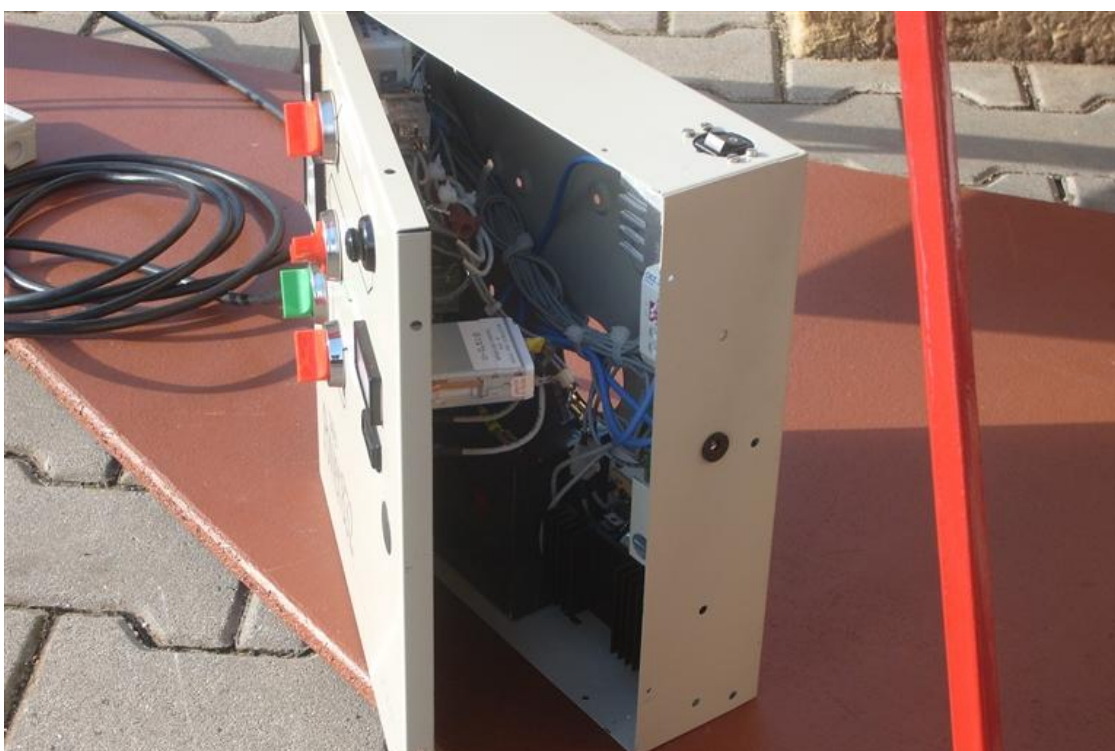
Obr. 22 – Zadní pohled na konstrukci



Obr. 23 – Pohled na krytí motoru a převodovky



Obr. 24 – Složená konstrukce natáčecího zařízení



Obr. 25 – Pohled na řídicí panel