



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666

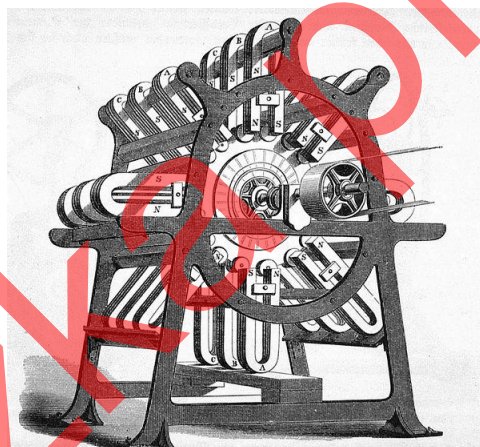
URL: www.panska.cz

e-Mail: sekretariat@panska.cz

MATURITNÍ ZKOUŠKA

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Výroba elektrického proudu



Studijní obor: **78-42-M/001**
Technické lyceum

Třída: **4.L**

Školní rok: **2005/2006**

Erik Flídr, Ondřej Srb

jméno a příjmení autora

ANOTACE

Práce obsahuje teoretickou část, kde jsou popsány všechny druhy výroby elektrického proudu a dále model pro demonstraci jeho výroby. Toto téma jsme si vybrali kvůli dnešnímu využití v praxi. Těžko si dnes umíme představit život bez elektřiny a způsob její výroby je dobrým tématem ke zpracování.

ANNOTATION

The work contains theoretic part, where all modes of operation of electric current are described, and models for demonstration of its production. This theme we chose because of today's usage in profession. Today it's hard to imagine life without electricity and mode of it's operation is a good theme for workmanship.

ÚVOD

Inspirací pro tuto práci nám posloužil model, který jsem viděl na dni otevřených dveří v v páté třídě na základní škole. Jednalo se o vodní mlýnek, který roztáčel dynamo, a to následně vyrábělo proud pro diodu. Model jsme pojali podle svého a text jsme se snažili napsat tak, aby z něj pochopili princip výroby elektrického proudu i lidé, kteří o způsobu jak jeho výroby nic nevědí. Dále je v práci obsažen popis všech druhů elektráren a pravděpodobný vývoj získávání energie v blízké budoucnosti. Cílem naší práce bylo vytvořit pokud možno funkční model, který bude demonstrovat výrobu elektrického proudu a názorně předvádět výstup v podobě svítící žárovky, LED či jiného spotřebiče. Vzhledem k předpokládaným potížím s realizací modelu jsme se rozhodli, sestavit pro jistotu modely dva. Jeden, který by byl poháněn manuálně a druhý který by byl poháněn přírodním zdrojem.

HISTORIE VÝROBY ELEKTRICKÉHO PROUDU

PRVNÍ OBJEVY ELEKTRINY A MAGNETISMU

První písemný záznam o magnetismu přináší řecký filosof, matematik a fyzik Thalés z Milétu (žil na přelomu sedmého a šestého stol. př. nl.), když popsal, jak se přitahují drobná tělíska k jantaru po jeho tření. Seneca a Carus (1. stol. Př. nl.) zjistili, že železná ruda může přitahovat další částičky této rudy a že toto působení prochází skrze tělesa. Tou dobou už byly magnetické projevy známy v Číně, kde se začaly používat v praxi v podobě prvních kompasů.

Oba dva názvy, jak elektřina, tak magnetismus pocházejí z Řecka. Elektřina pochází ze slova jantar (řecky elektron) a magnetismus pravděpodobně z řeckého města v Malé Asii Magnesia, v jehož okolí se nacházela ložiska magnetovce.

Při obléhání města Lucera v jižní Itálii (roku 1267) se francouzský důstojník Peter Peregrinus snažil vymyslet perpetuum mobile, k čemuž chtěl užít magnetovec. Své poznatky zapsal do díla „Epistolae de magnete“ (Dopis o magnetu), svými úvahami se snad trochu přiblížil myšlence elektromotoru.

Většina prvních objevů elektřiny a magnetismu, tak jako i jiných jevů ve světě fyziky byla náhodných. Nyní se přesuneme do doby, kdy se lidé už cíleně snažili přijít na to, co to magnetismus a elektřina vlastně je.

PRVNÍ VĚDECKÉ OBJEVY

William Gilbert (1544-1603) prováděl systematické pokusy, kterých udělal přes 600, výsledkem jeho bádání byly hlavně tyto body:

Permanentní magnet má vždy dva póly, ať ho jakkoli rozdělujeme.

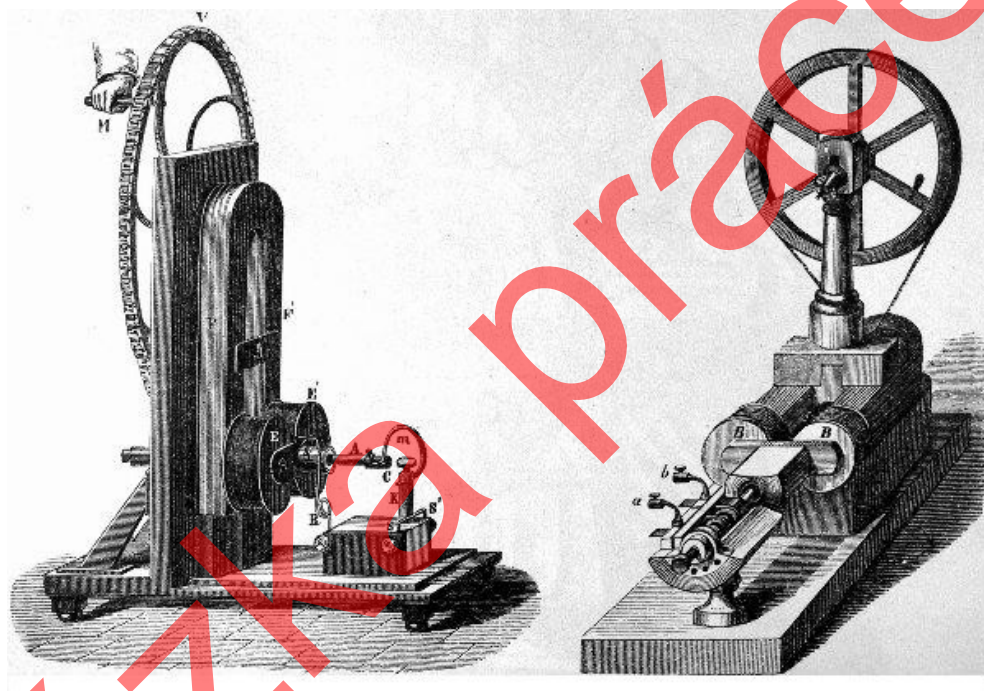
Permanentním magnetem lze zmagetovat jiná železná tělesa (existence magnetické indukce).

Železo, které vložíme před permanentní magnet, zeslabuje jeho působení (existence magnetického stínění).

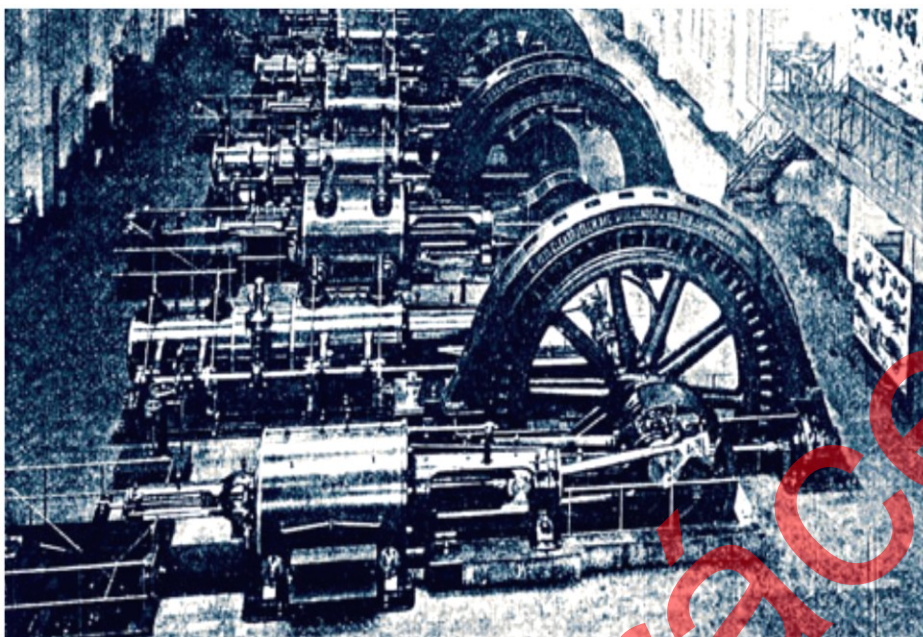
V okolí pólů permanentních magnetů Gilbert předpokládal existenci magnetického pole, pro které zavedl název magnetické effluvium (výron).

VÝVOJ VÝROBY ELEKTRICKÉHO PROUDU V OBRÁZCÍCH

V následující kapitole se seznámíte s historickým vývojem elektrických strojů pomocí obrázků, pro lepší představu jak vypadaly první dynama, alternátory a elektrárny. Na Obr. 1 je Stöhrerův magnetoelektrický stroj z roku 1832, kterým mohlo být rozsvíceno několik žárovek.



Obr. 1



Obr. 6

A na obr. 6 je elektrárna Františka Křižíka v Praze na Žižkově, která byla v provozu od roku 1889, nejprve tu elektřinu vyráběla 4 dynama, později jich bylo 12.

GENERÁTOR (ALTERNÁTOR)

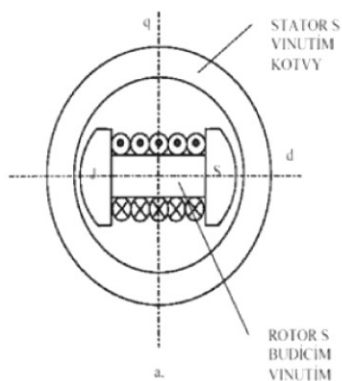
VÝZNAM A POUŽITÍ

Synchronní stroje se nejprve používaly jako generátory pro výrobu střídavé elektrické energie a jsou dodnes elektrickými stroji právě pro její výrobu. Synchronní generátory nazýváme také alternátory, jsou nejčastěji trojfázové a jsou největšími vyráběnými točivými stroji s výkony většími než 1 GW. Alternátory jsou v elektrárnách poháněny parními nebo plynovými turbínami, ty se nazývají turboalternátory, nebo jsou poháněny turbínami vodními a nazývají se hydroalternátory.

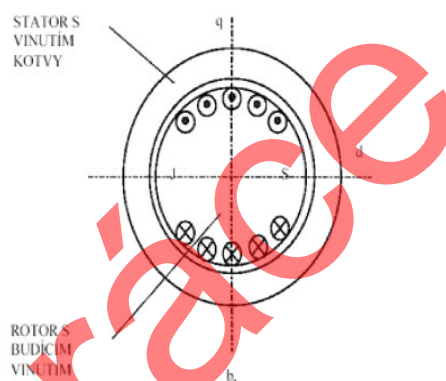
KONSTRUKCE GENERÁTORU

Jako každý točivý stroj i generátor se skládá ze dvou základních částí: ze statoru a rotoru. Trojfázové vinutí statoru je umístěno v drážkách statoru a je vyvedeno na statorovou svorkovnici. Na rotoru je pak umístěno budící vinutí napájené stejnosměrným proudem.

dem. Ten přiváděn buď z tyristorového řízeného usměrňovače (u novějších typů generátorů), nebo z budiče přes sběrací kroužky a kartáče (u starších typů generátorů). Podle provedení rotoru se rozlišují dva typy synchronních strojů: stroje s vyniklými póly (hydrostroje viz obr. 7) a stroje s hladkým rotorem (turbostroje obr. 8).



Obr. 7

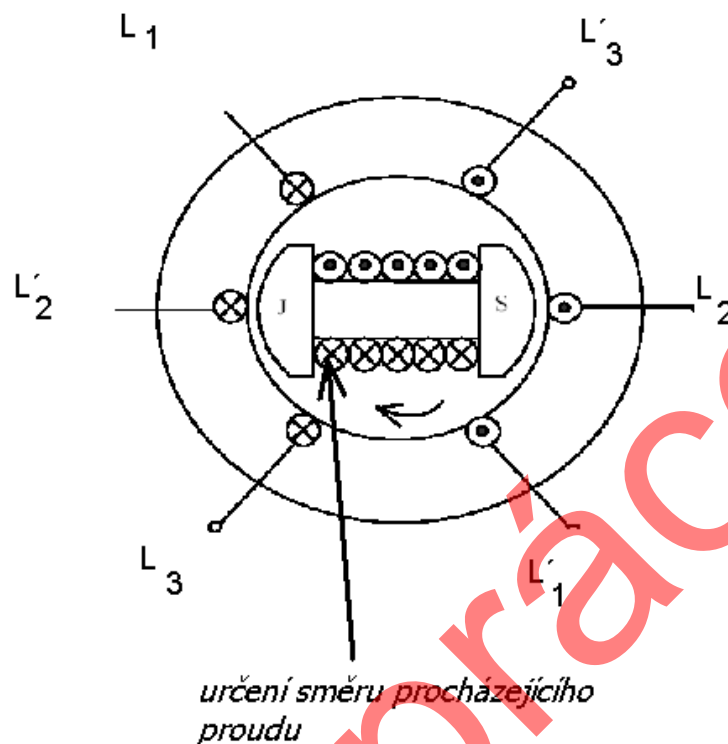


Obr. 8

Stroje s vyniklými póly mají cívky budičího vinutí nasazeny na pólech, na jejichž koncích jsou připevněny pólové nástavce. Póly jsou zhotoveny buď z dynamových plechů, nebo jsou masivní ocelolitinové a pouze pólové nástavce jsou z dynamových plechů. Stroje s hladkým rotorem mají rotor vyroben z vhodné oceli.

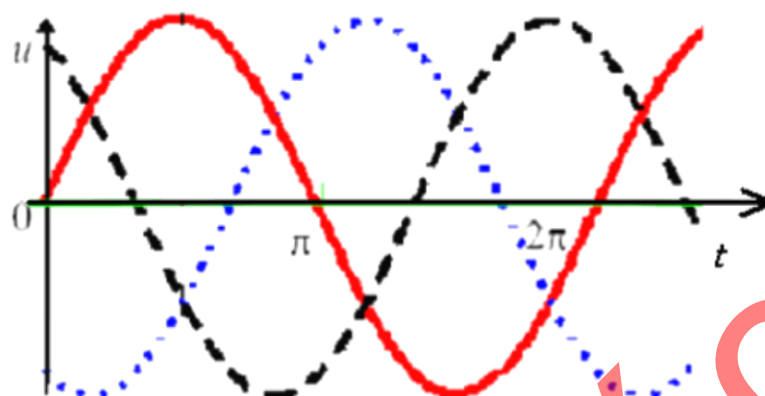
PRINCIP ČINNOSTI GENERÁTORU

Stator vinutí dvojpólového alternátoru tvoří tři cívky vzájemně pootočené o 120° viz. Obr. 9 na další stránce.



Obr.9

Rotorovým vinutím prochází stejnosměrný proud, který budí magnetické pole. Poháněcí stroj, (např. turbína) otáčí takto nabuzeným rotorem konstantní rychlostí, tím se v cívkách statoru indukuje napětí. Protože otáčením rotoru se mění magnetický tok procházející plochami jednotlivých cívek statoru, jsou tato indukovaná napětí střídavá. Při prostorovém průběhu magnetického toku procházejícího statorovými cívkami budou indukovaná napětí v cívkách také harmonická a v jednotlivých cívkách vzájemně časově posunutá o 120° . Při poloze rotoru podle obrázku 9. se do cívky L_2 bude indukovat maximální napětí (plochou vymezenou cívkou L prochází v tomto okamžiku nulový magnetický tok rotoru). V cívkách L_1 a L_3 se indukuje poloviční napětí s opačným znaménkem. Při pootočení rotoru o 120° bude maximální napětí indukováno v cívce L_3 , při dalším pootočení o 120° bude největší napětí indukované v cívce L_1 . Na obrázku 10 je znázorněn průběh napětí na cívkách alternátoru.



Obr.10

Pro dvojpólový alternátor tedy bude platit:

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{n}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

kde n je počet otáček rotoru poháněcí turbíny za minutu a f je frekvence indukovaného napětí ve statoru

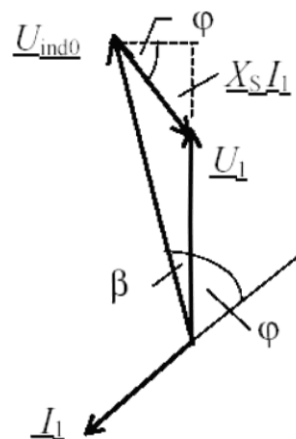
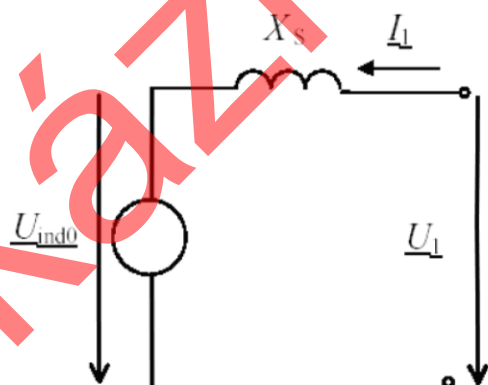
Pro alternátor s p póly tedy obecně platí: $f = p \cdot \frac{n}{60}$.

Připojí-li se ke svorkám vinutí statoru trojfázová zátěž (tj. alternátor se zatíží), vinutím statoru bude procházet střídavý elektrický proud, jehož směr je dán Lezovým zákonem (Indukovaný elektrický proud v uzavřeném obvodu má takový směr, že svým magnetickým polem působí proti změně magnetického indukčního toku, která je jeho příčinou.). Tím, že vinutím statoru prochází střídavý trojfázový proud, vzniká stejně jako u asynchronního stroje točivé magnetické pole s otáčkami za minutu n_s , které má stejnou frekvenci.

venci otáčení jako rotor a jeho magnetické pole, skluz stroje je tedy nulový. Proto se stroj nazývá synchronní.

U asynchronního stroje rotace rotoru není synchronní s frekvencí rotace točivého magnetického pole. Skluz je tedy u asynchronního stroje nenulový.

Při zatížení alternátoru je na svorkách statoru svorkové napětí U_1 . Na obrázku číslo 11 je zjednodušené schéma a fázový diagram alternátoru s hladkým rotorem X_s je tzv. synchronní reaktance vinutí statoru alternátoru. Činný odpor vinutí statoru se zanedbává, protože u většiny strojů platí, že je mnohem menší než reaktance X_s . Budicí obvod na rotoru stroje není v schématu znázorněn, protože je napájen ze zdroje stejnosměrného napětí nezávislém na obvodu statoru. Úhel β ve fázovém diagramu je úhel mezi napětím naprázdno U_{ind0} a svorkovým napětím stroje U_1 a jedná se o tzv. zátěžný úhel, který určuje zatížení synchronního stroje, protože jeho velikost se mění v závislosti na zatížení stroje. Při nulovém zatížení (tj. při chodu naprázdno) je zátěžný úhel nulový. Je-li roven 90° alternátor má nejvyšší výkon.



Obr.11

ŘÍZENÍ ALTERNÁTORU

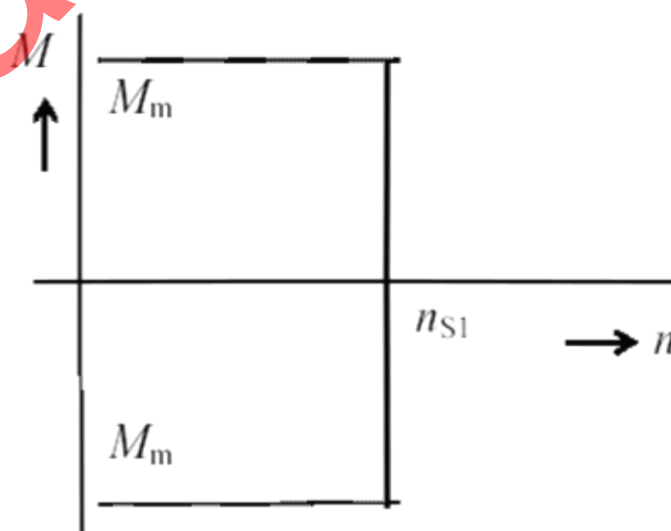
Alternátor musí pracovat tak, aby jeho svorkové napětí bylo při každém zatížení konstantní. Se změnou zatížení (tj. se změnou proudu procházejícím statorem alternátoru)

se musí měnit budící elektrický proud rotoru a tím i magnetické pole rotoru tak, aby svorkové napětí alternátoru bylo stále konstantní. To znamená, že při poklesu svorkového napětí alternátoru vlivem většího zatížení je nutno zvýšit budící elektrický proud alternátoru (přibudit alternátor), a naopak při nárůstu svorkového napětí budící proud snížit (odbudit alternátor).

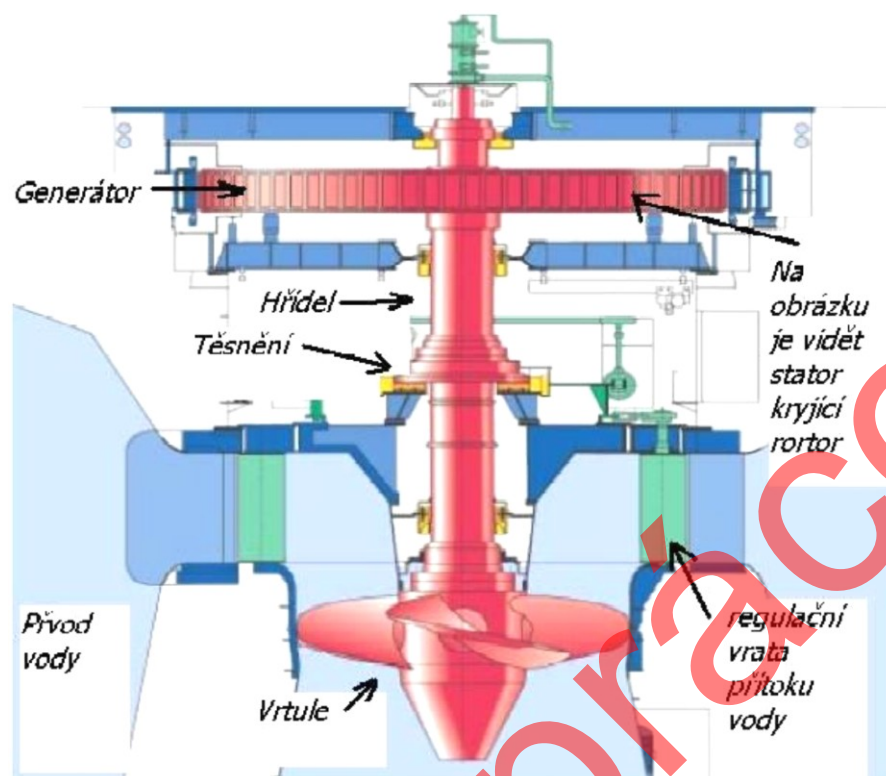
Napětí alternátoru lze také řídit změnou rychlosti otáčení rotoru, tím se ale mění i frekvence indukovaného napětí. V případě, že alternátor bude vyrábět proud pro rozvodnou síť, je tento způsob řízení nepřipustný. Frekvence napájecí sítě se udržuje na konstantní hodnotě 50 Hz, stejně jako má alternátor konstantní hodnotu svorkového napětí.

VÝKON A MOMENT SYNCHRONNÍHO STROJE S HLADKÝM ROTOREM

Z principu činnosti synchronního stroje vyplývá, že může pracovat pouze při synchronních otáčkách. To znamená, že při vzrůstajícím zatížení se točivý moment stroje zvyšuje až do určité maximální hodnoty. Vlivem synchronizačních sil, vznikajících vzájemným působením pole rotoru a statoru, se bude rotor stroje otáčet stále stejnou synchronní rychlostí. Po překročení maximální hodnoty momentu stroje (při překročení určitého zatížení), synchronizační síly již nebudou schopny udržet chod rotoru v synchronním chodu. Tento stav je pro stroj nebezpečný, protože ve vinutí vznikají proudové rázy a na hřídeli vznikají rázy mechanické. Z toho vyplývá, že momentová charakteristika by měla být přímková. Viz. Obr. 12



Obr. 12



Obr. 17

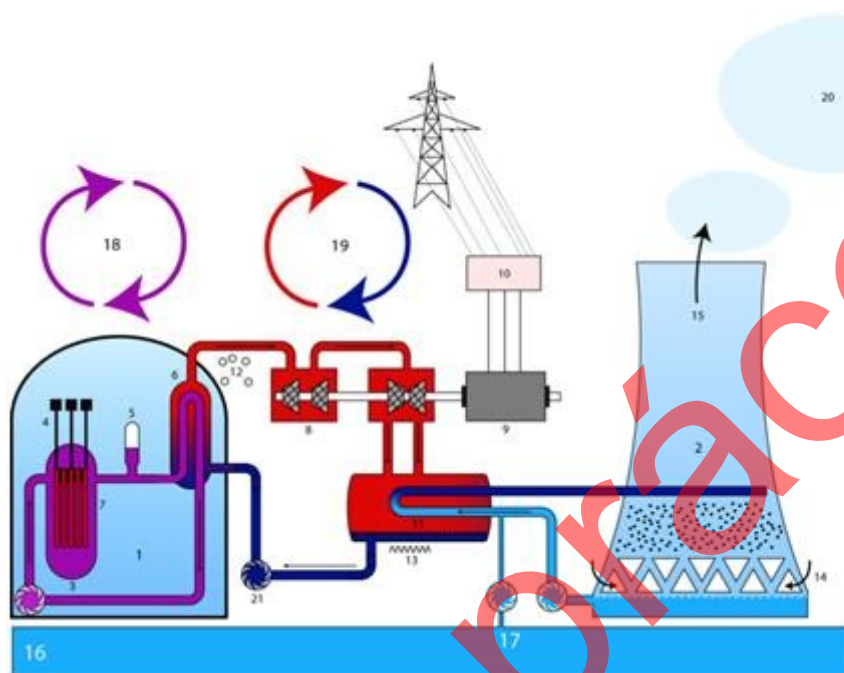
Provozní a bezpečnostní zařízení

Provozní a bezpečnostní zařízení zahrnující např. čistící stroje na čištění česlic, uzávěry a jejich mechanismy včetně potrubí, synchronní a zavzdušňovací ventily, šachtu vyčerpání vody. Na dlouhé přivaděče se mnohdy instalují vyrovnávací komory (pro zlepšení regulačních vlastností HS a rázových poměrů v přivaděči při pochodech odstavujících soustrojí) apod.

Speciální objekty zařízení

Speciální objekty a zařízení zahrnují při komplexním řešení díla také jalové výpusti s uzávěry, plavební komory a zařízení na splavování dřeva, rybovody, aerační (provzdušňovací) zařízení aj.

SCHEMA JADERNÉ ELEKTRÁRNY (OBR. 21)



Obr. 21

1. Reaktorová hala
2. Chladicí věž
3. Tlakovodní reaktor
4. Řídící tyče
5. Kompenzátor objemu
6. Parogenerátor
8. Turbína - vysokotlaký a nízkotlaký stupeň
9. Elektrický generátor
10. Transformační stanice
11. Kondenzátor sekundárního okruhu
12. Plynné skupenství
13. Kapalně skupenství
14. Přívod vzduchu do chladicí věže
15. Odvod teplého vzduchu a páry
16. Oběhové čerpadlo primárního okruhu



Obr. 33 - Automobil na solární pohon

ENERGIE BUDOUCNOSTI

V současné době se dostáváme do fáze, kdy nám pomalu, ale jistě docházejí používaná paliva (zejména fosilní paliva). Již několik let se proto vědci snaží vymyslet jiný způsob energie, který by byl co možná nejekologičtější, nejekonomičtější a co možná nejvíce nejvíce výkonný.

STUDENÁ JADERNÁ FÚZE

Historie

V roce 1989 Dr. B. Stanley Pons a Dr. Martin Fleischmann, chemikové z Univerzity v Utahu, oznámili, že v experimentu prováděném za pokojové teploty s využitím elektrod z palladia a platiny ponořených do těžké vody (oxidu deuteria) vznikl přebytek tepla a vedlejší produkty, které naznačovaly průběh jaderné fúze. Snahy opakovat tento experiment vedly k rozporným výsledkům. Několik zpráv o experimentálním potvrzení bylo později odvoláno. Pons a Fleischmann byli poději kritizováni za úpravu získaných výsledků tak, aby dokazovaly emisi γ záření, které je typické pro jadernou fúzi. Výzkum možnosti studené jaderné fúze přesto nějakou dobu ještě pokračoval kvůli zajímavým avšak neprůkaz-

ným výsledkům a kvůli lákavé možnosti vyrábět relativně čistou energii při běžných teplotách.

Nestalo se tak poprvé, kdy bylo oznámeno pozorování jaderná fúze při experimentech s elektrolýzou. Nejstarší zpráva pochází z konce 20. let 20. století. Později však byla odvolána. Již několik hodin po oznámení studené jaderné fúze Dr. Jonesem a Dr. Fleischmannem se někteří vědci pokoušeli experiment ve své laboratoři zopakovat. Odhaduje se, že ve Spojených státech se vynaložilo několik desítek miliónů dolarů na experimenty se studenou jadernou fúzí.

Současnost

Je zde možnost produkce tepla studenou jadernou fúzí a tím možnosti nového čistého zdroje energie. Navíc se deuterium v přírodě poměrně hojně vyskytuje. Známé reakce jaderné fúze s isotopy vodíku jsou popsány v následující tabulce.

reakce	uvolněná energie (MeV)	počet reakcí za 1 s na 1 W energie
$D + D \rightarrow 3He + n$	3,27	$1,90 \cdot 10^{12}$
$D + D \rightarrow T + p$	4,03	$1,54 \cdot 10^{12}$
$D + D \rightarrow 4He + g$	23,85	$2,61 \cdot 10^{11}$
$D + T \rightarrow 4He + n$	17,59	$3,53 \cdot 10^{11}$
$p + D \rightarrow 3He + g$	5,49	$1,13 \cdot 10^{12}$
$p + T \rightarrow 4He + g$	19,81	$3,14 \cdot 10^{11}$

Všechny tyto jaderné reakce produkují miliónkrát více energie než jakékoliv chemické reakce. Jednoduchá metoda získávání takové energie by byla klíčovým objevem. Naše civilizace bude v dohledné době citelně trpět nedostatkem energie a provoz jaderných elektráren naráží na odpor veřejnosti nejen kvůli možnému nebezpečí při vzniku nehod, ale především kvůli nebezpečnému radioaktivnímu odpadu.

Francis Thomas Bacon. Se svými spolupracovníky sestrojil alkalický článěk (v roce 1932), s výkonem 5 kW, který byl schopen pohánět svářecí stroj.



Obr. 34 - Francis Thomas Bacon

Jeho úspěch nezůstal bez odezvy - Pratt&Whitney (USA) zakoupil od Bacona licenci na jeho patent a vyrobil palivové články pro mise Apollo, kde sloužily jako zdroj elektrické energie a pitné vody pro astronauty. Ve stejném roce postavil Harry Ihrig z Allis-Chalmers Manufacturing Company první vozidlo s palivovým článkem, traktor s dvaceti koňskými silami (Obr. 34).



Obr. 35 – Traktor

Od dob mise Apollo a Gemini nastal rychlý nástup FC v oblasti generace elektrické energie a pohonů vozidel

PRAKTICKÁ ČÁST

V této části textu jsou zdokumentovány dva modely, které jsme si vybrali pro názornou ukázkou výroby elektrického proudu. Model 1 je pohaněn ručně pomocí kliky a Model 2 je poháněn proudícím vzduchem.

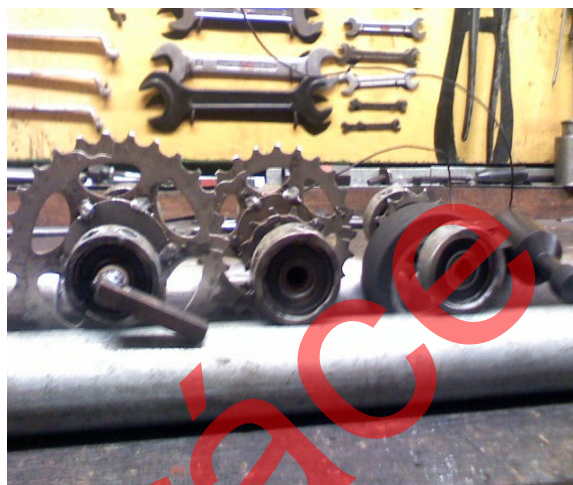
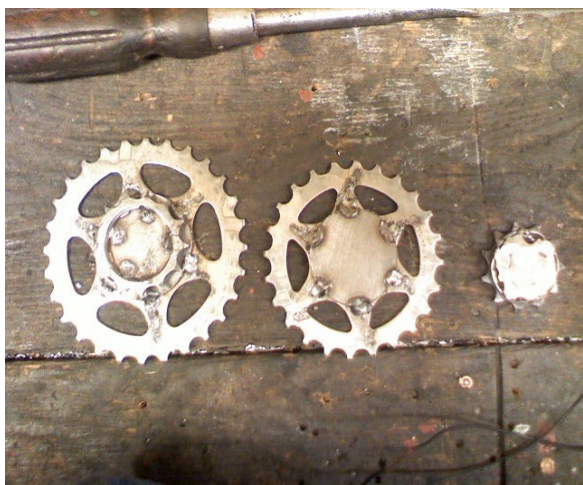
MODEL 1

Pomocí převodu sestavených ze čtyř ozubených kol uložených v kuličkových ložiscích a propojených řetězem, se manuálně roztáčí kolečko, které má povrch tvořený gumovým povlakem zdrsněným kobercovou páskou, kvůli dosažení většího odporu při následném roztáčení dynama. K tomuto kolečku, jak už jsme zmínili, je připevněno dynamo, které vyrábí proud pro žárovku, kterou následně rozsvěcí. Převody jsme zvolili tak, abychom dosáhli co možná největšího počtu otáček posledního kolečka a přitom aby měl model co nejmenší možnou velikost.

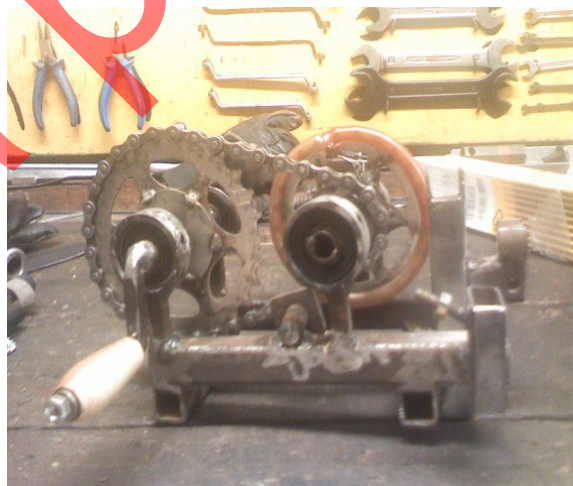
MODEL 2

Po důkladné debatě jsme se dohodli, že druhý model bude poháněn větrem, a tedy bude demonstrovat malou větrnou elektrárnu. Jediné negativum modelu je to, že vítr musí mít velikou sílu, na překonání odporových sil dynama a celé konstrukce. Vítr získáme za pomoci kompresoru. Tento proud vzduchu budeme hnát na lopatkové kolo, které je připevněno na hřídeli. Tato hřídel se otáčí ve dvou usazených ložiscích. Na druhé straně hřídele je upevněno hnací kolo, které roztáčí další kolo, v jehož středu je vsazena hlavice dynama. Toto dynamo následně vytváří elektrický proud potřebný pro rozsvěcení diody.

POSTUP VÝROBY MODELU 1

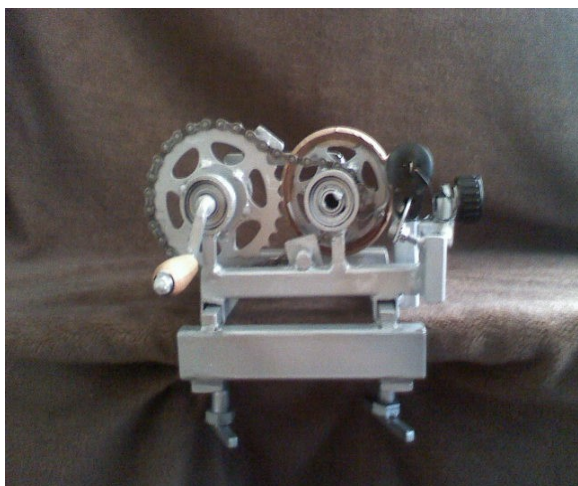


Na prvních dvou fotografiích jsou součásti prvního modelu po prvním dni výroby.

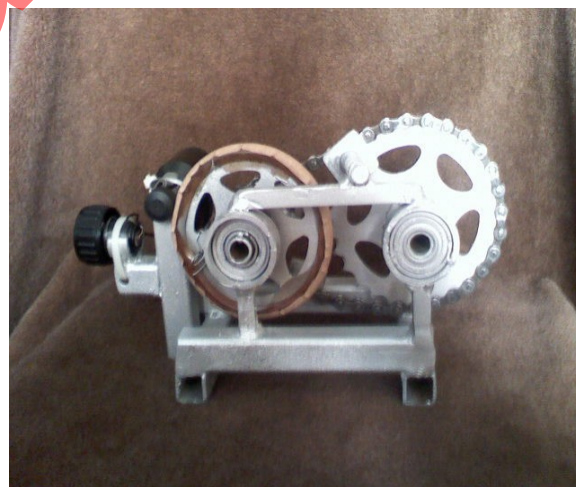
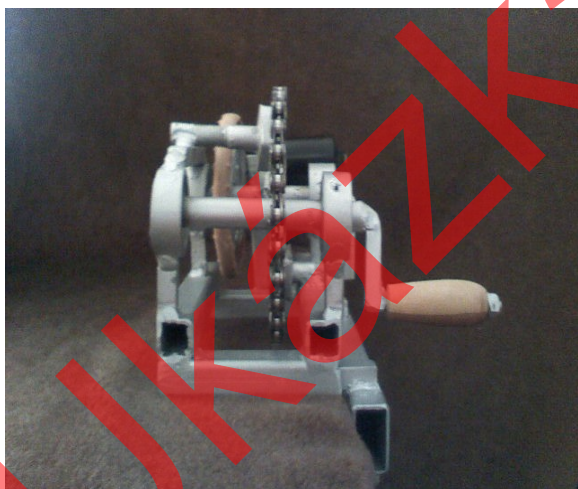


Další fotografie jsou bohužel až ze čtvrtého dne výroby modelu, jelikož jsme předtím zapomněli fotoaparát.

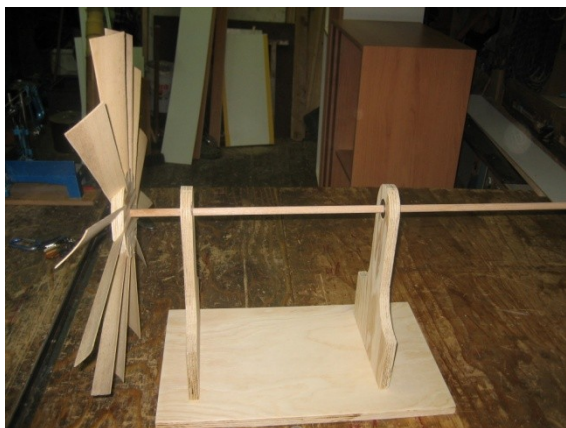




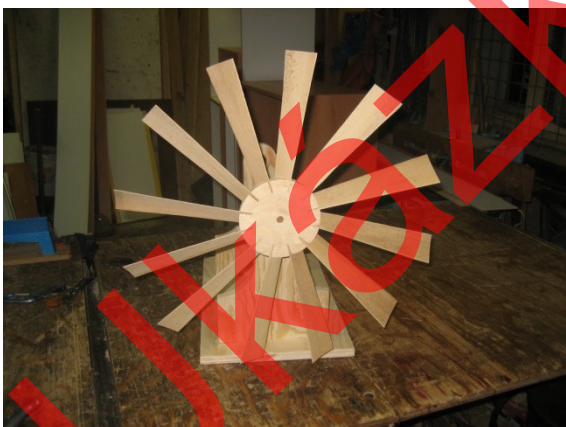
Finální podoba prvního modelu po několika denní práci.

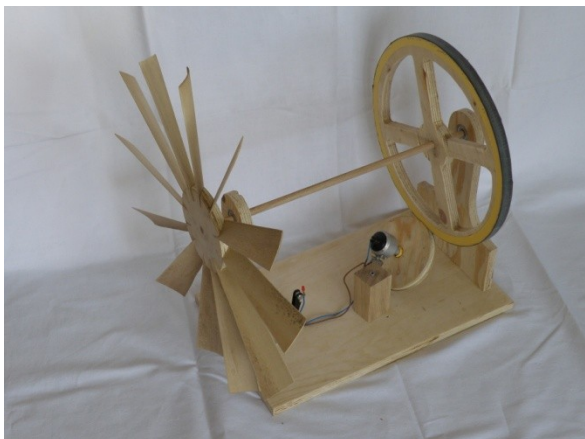


POSTUP VÝROBY MODELU 2

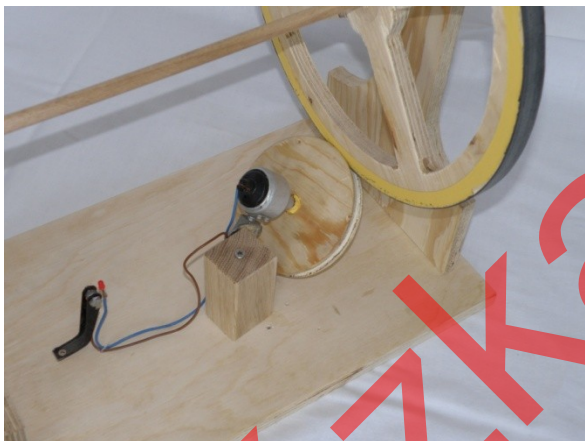


Na této stránce je zachycen meziprodukt, který je tvořen finální podobou hřídele a lopatkového kola druhého modelu.





Toto je konečná fáze druhého modelu po testu funkčnosti. Je zde nainstalováno hnací kolo, dynamo a dioda.



Detailní pohled na dynamo a diodu.



ZÁVĚR

Úspěšně jsme provedli jak teoretickou část práce, která se skládá především z textu, k jehož konečné podobě jsme se dopracovali až po několika korekcích, tak modelu, při jehož výrobě došlo k několika technickým problémům, především vyřešení náhonu řetězu na ozubená kola nebyl jednoduchý úkol, a kvůli kterému jsme upustili od původního dvojího převodování modelu pouze k jednoduchému, základajícímu se z čtyř ozubených kol, dále sváření konstrukce zabralo víc času, než jsme původně plánovali. Protože během svařování jednotlivých částí došlo k odchylkám a drobným vyosením, je ovládání modelu poněkud těžší než jsme původně předpokládali. Další problémy nastaly při výrobě druhého modelu, který nebyl schopen překonat odporové síly dynama, a proto jsme museli toto dynamo nahradit méně výkonným. Tím jsme museli upustit od použití obyčejné žárovky a nahradit jí diodou. Vše jsme nakonec zvládli dokončit v čas a konečné verze modelů fungují podle našich představ.