



## **Středoškolská technika 2010**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **KŘIŽÍKOVA OBLOUKOVÁ LAMPA**

**Michal Janský, Kryštof Špaček**

VOŠ a SPŠE Františka Křížika  
Na Příkopě 16, Praha 1

### **Cíl projektu**

Projekt má za cíl seznámit veřejnost s Křížikovou obloukovou lampou, která je důležitým historickým krokem v oblasti elektrotechniky.

Otázky projektu

V čem spočívají výhody a nevýhody obloukové lampy?

Proč se již dnes nevyužívá?

Je vyzařované světlo vyhovující?

Jaký byl historický přínos?

Proč nahradila plynové lampy?

Proč byly smeteny žárovkami?

### **Úvod**

František Křížik, významný český elektrotechnik a vášnivý zastánce stejnosměrného proudu, začal vyvíjet svou obloukovou lampu ještě jako zaměstnanec rakouských drah. Nabídl majiteli plzeňské papírny Ludvíku Piettemu, že mu do jeho továrny zavede elektrické světlo, protože si majitel papírny stěžoval, že papír při plynovém světle mění barvu a odstíny.

Křížik si objednal dynamo a Siemensovu obloukovku, která měla elektromagnetickou regulaci uhlíků s hodinovým strojem. Lampa Siemens nesvítila ale klidně a pravidelně, proto Křížik začal vyvíjet svou vlastní. Experimentoval s tvary a rozměry cívek, až sestrojil svou vlastní obloukovou lampu s diferenciálním regulátorem, kterou si nechal patentovat.

Základem obloukové lampy je elektrický oblouk. V lampě jsou umístěny dva uhlíky, jeden je napevno, druhý je regulovaný diferenciálním regulátorem, takže mezi uhlíky je stálá mezera. Světlo je stálé, neblíká, ani nemění barvy. Jelikož elektrický oblouk vyzařuje značné UV záření, jsou uhlíky umístěny v baňce z opálového skla, které velkou část pohltí, ale viditelnou část spektra propouští. Tato baňka má na spodku otvor, aby mohl popel z uhlíků padat ven. Baňka je opletena drátem, aby v případě prasknutí nespadly střepy na zem a někoho neporanily.

Lampa vyniká jasným a stálým světlem, kterého dosáhl Křížík díky konstrukci s dvěma cívkami, jednou napěťovou a jednou proudovou. Cívky vtahují železné jádro, na kterém je umístěn uhlík. Každá cívka vtahuje jádro na opačnou stranu. Rovnovážného stavu je dosaženo, pokud síly obou cívek jsou stejné.

### **Postup práce**

Originál Křížíkové obloukové lampy nám byl zapůjčen prostřednictvím ČVUT z Křížíkova Muzea.

Dnešní elektrická síť neumožňuje přímé napojení obloukové lampy do sítě. Proto jsme použili v laboratorních podmínkách vlastní zdroj. Zdroj se skládá z časového relé, transformátoru z obloukové svářečky, usměrňovače a předřadného odporu. Časové relé je použito, aby originální lampa nebyla příliš teplotně zatížena. Transformátor z obloukové svářečky je nejdostupnější a svými parametry plně vyhovuje. Usměrňovač se skládá ze čtyř diod umístěných na chladiči, které jsou zapojeny dle Graetzova zapojení. Předřadný odpor slouží k omezení proudu.

Lampa byla umístěna nejdříve na štaflích, později na pomocné konstrukci. Průběh a velikost napětí, proudu a výkonu byl měřen osciloskopem, klešťovým ampérmetrem a multimetrem, osvětlení bylo měřeno luxmetrem.

### **Výsledky měření a pozorování**

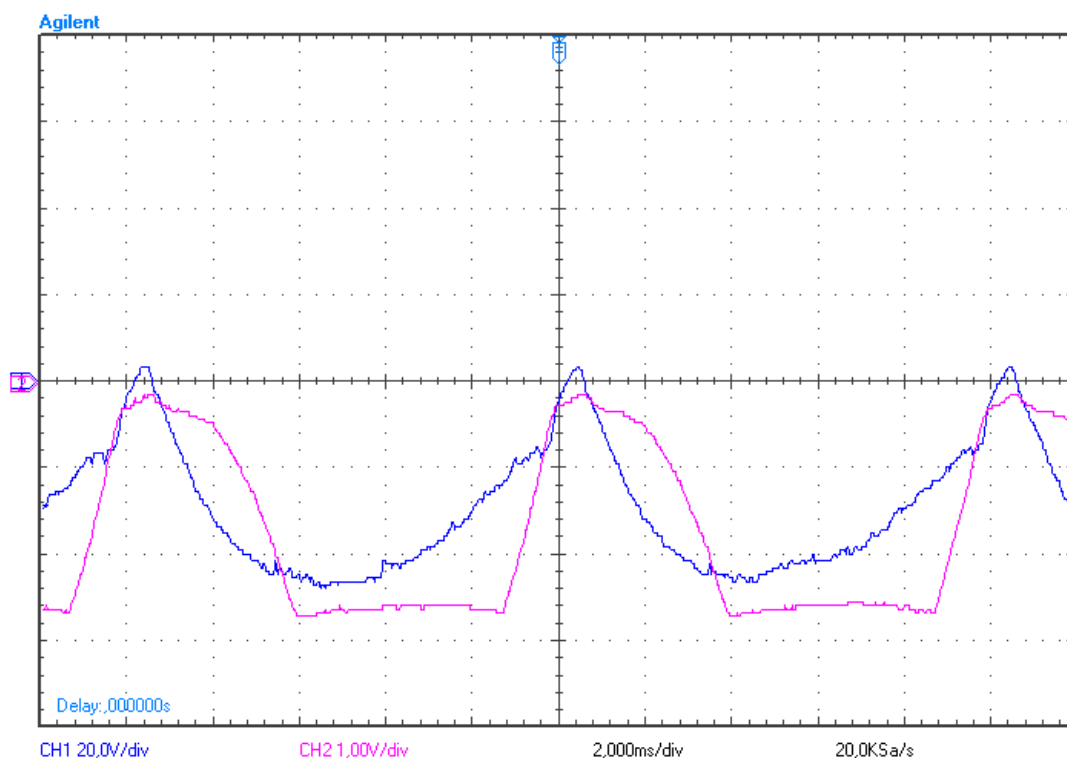
Při zapnutí lampy se nejdříve musí zapálit elektrický oblouk. Po jeho zapálení se začnou uhlíky regulovat, díky velkým počátečním výkyvům je zprvu světlo nestálé, pak se ustálí a stane se jasným. Lampa při svícení vydává příjemný cinkavý zvuk, který je pro obloukovou lampu typický.

Při vypnutí, musí zůstat uhlíky na stejném místě, jako před vypnutím tzn., že jádro musí být v rovnovážném stavu i bez napětí.

Zdroj pro měření nebyl příliš vyhlazen, takže proud a napětí kmitaly o frekvenci 100 Hz. Na lampu to nemělo žádný negativní vliv, neprojevovalo se žádné blikání, prskání ani jiné nežádoucí projevy. Maximální napětí na lampě bylo 58,4 V, efektivní hodnota je pak 40,64 V. Průběh napětí je uveden v grafu č. 1. Na grafu vidíme, že díky regulaci nemá napětí hladký průběh. Proud má maximální hodnotu 24,8 A a efektivní hodnotu 17,32 A. Jeho průběh je také vyznačen na grafu č. 1.

Graf číslo 1 Časový průběh napětí a proudu na lampě (snímek obrazovky osciloskopu).

(Napětí modře, proud červeně – lampa napájena přes transformátor, z usměrněného napětí, bez filtrace)



Při pohledu na tento graf tedy vidíme, že průběh napětí a proudu jsou odlišné. Jeho průběh je již odlišný oproti průběhu napětí. Je to dáno diferenciálním regulátorem, který stále udržuje optimální podmínky pro elektrický oblouk, proto lampa svítí i při nekvalitním stejnosměrném napájení stále. Při kvalitnějším napájení by lampa měla udržovat mezi uhlíky konstantní odpor. Změní-li se napětí, zvýší se proud v lampě, ale odpor zůstává stejný.

Pokud bychom chtěli seřizovat intenzitu vyzařovaného světla, máme dvě možnosti. Buď můžeme více zatížit jádro s připevněným uhlíkem, nebo posunout cívku do jiné polohy, aby se její vliv zvýšil, nebo naopak snížil. Takováto regulace je velmi výhodná, pokud chceme zapojit více lamp najednou, které se zapojují paralelně. Takto regulovaná lampa má pak minimální vliv na svit ostatních. V praxi se pak lampy vybavovaly samočinným zapínačem na krátko, který pak při dohoření uhlíků nahradil lampu odpovídající odporem.

Při špatném seřízení (vyvážení) se špatně upalují uhlíky, které pak vydávají špatné světlo. Posuzovat se musí podle tvaru uhořelých uhlíků, ne podle jejich vzdálenosti. Ve správném případě se uhlíky upalují tak, že z kladného uhlíku se částičky odlučují a přelétají k zápornému uhlíku. Kladný uhlík se upaluje více než záporný. Pokud je oblouk příliš dlouhý, špička dolního kladného uhlíku se zploští. Vzniká tak fialový srpovitý plamínek. Když jsou uhlíky příliš blízko, spodní uhlík je jehlovitě protažený a je blízko hornímu uhlíku, můžou se tak spéct. Uhlíky by se měly skladovat v suchu, aby nenavlhly.

## Srovnání žárovky a obloukové lampy

Tabulka č.1 Srovnání žárovky a obloukové lampy

Zdroj světla	Příkon P (W)	Osvětlení E (lx)	Světelný tok $\Phi$ (lm)	Měrný světelný výkon K (lm/W)
Žárovka	100,0	122,0	1 340,0	13,4
Oblouková lampa	656,0	1 140,0	12 516,0	19,1
Oblouková lampa s vyhlazeným vstupním napětím	722,5	1 400,0	15 377,0	21,3

Porovnání osvětlení místnosti žárovkami a obloukovými lampami:

Příklad:

10 žárovek:

$$\Phi_{\text{celk}} = 1340 \times 10 = 13\,400 \text{ lm}$$

$$P = 100 \times 10 = 1\,000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$$

Cena svícení za 24 hodin (cena 1 kWh = 5 Kč):

$$\text{cena} = 24 \times 5 \times 1 = 120 \text{ Kč}$$

Oblouková lampa:

$$\Phi = 15\,377 \text{ lm}$$

$$P = 722,5 \text{ W} = 0,7225 \text{ kW}$$

Cena svícení za 24 hodin (cena 1 kWh = 5 Kč):

$$\text{cena} = 24 \times 5 \times 0,7225 = 86,70 \text{ Kč}$$

Pro srovnatelný světelný tok, jako má 10 žárovek tedy stačí 1 oblouková lampa. Cena za světlo obloukové lampy (86,70 Kč) je navíc mnohem příznivější než u žárovek (120 Kč).

### Závěr

Křížikova oblouková lampa sehrála důležitý moment v historii. Její hlavní výhodou byla stálost a jas vyzařovaného světla. Naopak nevýhodou byla poměrně krátká životnost uhlíků a složitá konstrukce regulátoru lampy. Vyzařované světlo splňuje všechny parametry kvalitního světelného zdroje. Obloukové lampy se využívaly pro osvětlení ulic a továren, později se obloukového světla využívalo v majácích, projektorech a velkých světloometech.

Princip obloukové lampy přispěl ke vniku obloukové svářečky a speciálních hořáků.

Oblouková lampa nahradila předcházející plynové lampy, které byly nedokonalé, jejich světlo nebylo kvalitní a bylo drahé.

Obloukové lampy byly v první polovině 20. století nahrazovány dokonalejšími světelnými zdroji, hlavně žárovkou, která je jednodušší a levnější. I když se obloukové lampy v průběhu 20. století téměř přestaly používat, v roce 1980 byla v Japonsku patentována nová, zdokonalená oblouková lampa.

V dnešní době se již obloukové lampy nevyužívají prakticky vůbec, byly plně nahrazeny žárovkami a výbojkami.

### **Literatura:**

Mikeš, Jan, Efmertová, Marcela: Elektřina na dlani. Praha 2008

Kopecký, Em.: Příruční kniha pro elektromontéry. Praha 1907

Večeř, Ant. Ot. F.: Průvodce elektrotechnikou. Praha 1896

Internet:

<http://cs.wikipedia.org/>

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Obloukov%C3%A1\\_lampa](http://cs.wikipedia.org/wiki/Obloukov%C3%A1_lampa)

**Příloha – fotografie exponátu Křížikovy lampy**

