

ALFA MONITOR

O. Burger

Jednou z plně nepochopených záhad lidské existence je bioelektrická aktivita mozku. Zjednodušeně řečeno, lidský mozek produkuje nepřetržitě elektrické signály, jejichž přesný informační obsah není dosud spolehlivě rozšifrován. Do nedávné doby byly tyto signály považovány pouze za řídicí impulsy, předávané z mozku do různých orgánů a svalů, ale výzkum ukázal, že tyto elektrické vlny obsahují podstatně složitější informace o činnosti organismu, než se původně předpokládalo. Tajemství šifry, v níž je kódován výstupní signál elektrické aktivity mozkové tkáně, není ještě zdáleka rozluštěna, a přesto umíme již dnes rozpoznávat některé psychické stavy pokusné osoby, u níž je elektrická aktivita mozku snímána.

Kde a jak tyto slabé signály vznikají? Výzkumy za posledních třicet let prokázaly, že každý živý organismus s jednoduchým nervovým systémem je zdrojem elektrických mikropotenciálů. Elektrická energie vzniká složitým mechanismem látkové výměny uvnitř nervových buněk a šíří se po nervech rychlostí podstatně menší, než je rychlost šíření elektrického proudu ve vodičích. Elektrické potenciály mohou být měřeny nejen v nervech, které jsou jakousi obdobou elektrických vodičů, ale i v určitých oblastech kůže. Posledně jmenovaný jev umožnil moderní medicíně prakticky využít snímání elektrické aktivity organismu, a to zejména v lékařské diagnostice. Jistě pro žádného z nás nejsou zcela neznámé pojmy EKG, EMG nebo EEG. Pomocí všech jmenovaných přístrojů může lékař zcela bezbolestně a velmi rychle posoudit, jaký je stav pacienta. Stačí k tomu několik malých elektrod, které se připevní na hrudník, svaly nebo na hlavě a speciální zapisovací přístroj s velmi citlivým předzesilovačem zakresluje na papírový pás rozvinutý průběh bioelektrických signálů. Záznam mozkových vln zprostředkovaný encefalografem (obr. 1) pomohl v jednom případě lékařům potvrdit latentní mozkovou poruchu a stanovit objektivní diagnózu. Podle amplitudy a kmitočtu lze dobře rozpoznat některé emoční stavy u vyšetřované osoby (obr. 2), a proto může být encefalograf využit například v kriminalistice jako součást detektoru lži.

Základní typy mozkových vln byly identifikovány a jsou přibližně členěny podle přehledu uvedeného v tabulce č. 1. Vyjmenované typy mozkových vln a jejich kmitočtové ohraničení nejsou však ostré, proto by k vyhodnocení EEG sotva stačila přiložená tabulka. Tak jednoduché to s mozkovými vlnami bohužel není.

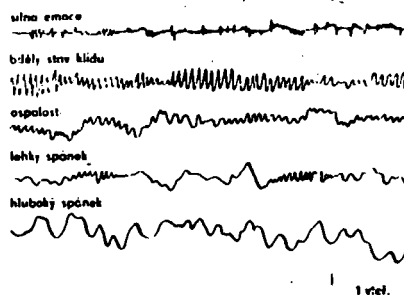
Nejdiskutovanější mozkovou vlnou je pravděpodobně vlna alfa. Předpokládá se, že rytmus alfa vzniká při nejzákladnějších biologických pochodech v organismu a souvisí pravděpodobně s činností nervové soustavy, udržující biologickou existenci člověka. Je prokázáno, že čím více se mentální činnost mozku uvolňuje – relaxuje (stavy navozené například hypnózou, autogenním tréninkem, jógou apod.), tím větší podíl v celkové bioelektrické aktivitě mozku zaujímají vlny alfa. Objektivně lze však říci, že mnohé z diskutovaných problémů nemají jednoznačný výklad a jsou dosud formulovány jako vědecké hypotézy. Je tomu především proto, že není v lidských možnostech (posuzováno z hledisek současného poznání) proniknout do dvaceti bilionů nervových buněk lidského mozku a utřídit získané poznatky v takových souvislostech, které by byly s to vysvětlit, jak tento jedinečný lidský orgán

pracuje, dovede-li řídit nejen biologickou existenci několika desítek kilogramů živé hmoty, ale i to, co je pro člověka specifické, jeho duševní život.

Historie vývoje lidské společnosti nabízí bezpočet příkladů, kdy praktické využití objektivních jevů materiálního světa předstihuje (mnohdy dokonce o celá století) teoretické poznání. Podobné je tomu i v moderním



Obr. 1. Grafický záznam bioelektrické aktivity mozku, tzv. EGR, encefalogram



Obr. 2. Typické průběhy mozkových vln při různých psychických stavech

Tabulka 1.

Vlny	Kmitočet [Hz]	Odraz ve vědomí
alfa	8 až 12	související s relaxací, elací
beta	13 až 28	související s iritací, zlostí, frustrací, starostmi, duševním napětím; vznikají rovněž při usilovnějším přeshlení
delta	0,2 až 3,5	vznikají v hlubokém spánku, tranzu
theta	3,5 až 7,5	souvisejí se zaměřeným stavem během denního snění, jsou příznačné pro některé psychické poruchy



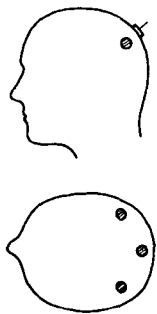
lékařství, v němž se úspěšně využívá řady terapeutických postupů a metod, jejichž mechanismus působení není teoreticky jednoznačně vysvětlen. Velmi typický příklad je možno demonstrovat na případě hypnotherapie, kdy hypnóza a posthypnotické sugesce léčí chronické neurozy, a to dokonce i v těch případech, kdy klasické metody léčby nepřinesly uspokojivé výsledky. Není to jistě jediný případ, kdy pomáhají uzdravovat takové léčebné postupy, jejichž jednoznačné vědecké vysvětlení dosud neexistuje.

Neurozy, o nichž jsme se již jednou zmínili, jsou v dnešní době stále častějším jevem. Předpokládá se, že souvisí s úspěšným životem, bují na podhoubí rozporů vnitřního a vnějšího světa, s nimiž se člověk nedovede vypořádat. Neurozy mají desítky podob, jejichž společným znakem jsou zdravotní obtíže, které nejsou způsobeny nemocným organismem. Neurozy nelze zaměňovat za simulaci, jsou skutečnou nemocí. I když žádný orgán není poškozen, projevuje se neuroza jako porucha některého orgánu. Velmi jednoduše řečeno, organismus reaguje na dlouhodobý stress obvykle tak, že šifruje bioelektrické potenciály takovým způsobem, že je nakonec mozek vyhodnocuje jako poruchu některého orgánu, ačkoli se ve skutečnosti diskreditovaný orgán „těší plnému zdraví“, na rozdíl od svého „majitele“. Nemocný hledá pomoc u lékaře, dostane léky a obtíže zmizí. Je však nezbytné nutně léčit zdravý organismus? Odpověď není jednoduchá. Organismus ve skutečnosti úplně zdravý není, což lze ostatně poznat podle toho, že přestanou-li se podávat léky, objeví se původní obtíže v plné šíři i intenzitě.

Jak se lze neurozy zbavit? Na tuto otázku není lehká ani jednoznačná odpověď. V některých případech lze neurozu vyléčit úplně; výsledky klinické psychoterapie jsou individuální a jsou závislé na povaze onemocnění a na osobnosti pacienta.

Snadnější cesta, která vede k pevnému zdraví, spočívá v prevenci. Mnohem jednodušší je totiž neurozám předcházet, než je léčit. Jak?

Odpověď na tuto otázku můžeme nalézt například v [1], [2]. Kdybychom měli obsah celé knihy zhustit do jednoduché věty, řekl bychom stručně „duševní hygienou“. „Kouzelné“ metody nejsou výmyslem dnešní doby. Mají své kořeny v Indii, zejména v učení jógy a hathajógy, která byla z hledi-



Obr. 6. Schématické znázornění míst pro upnutí elektrod

silovačem, jenž zesiluje pouze kmitočty 8 až 12 Hz, zatímco ostatní kmitočty účinně potlačuje. Získaným signálem alfa se řídí volně běžící astabilní klopný obvod, tvořící nf oscilátor, který reaguje na přítomnost alfa signálu charakteristickým tremolem. Změna tónu je úměrná amplitudě signálu alfa. Zapojení přístroje na obr. 3 je převzato z [5] a je doplněno nf zesilovačem podle AR 9/72. Tato úprava je nezbytná proto, že sluchátka s impedancí 4 kΩ se již dobu v tuzemsku nevyrábějí a sluchátka s malou impedancí (např. ARF200) na výstup přístroje podle obr. 3 nelze zapojit. Obrázec plošných spojů a rozložení součástek alfa monitoru je zřejmé z obr. 4.

Ke snímání biopotenciálů použijeme nejobvyklejší způsob; pomocí malé elektrody přiložené k zadním partiím hlavy (obr. 6) se odebírá signál přímo z povrchu kůže. Při unipolárním zapojení je jedna (diferentní) elektroda umístěna nad mozkovou tkání v oblasti týlního laloku, zatímco druhá (indiferentní) elektroda bývá zpravidla připevněna na ušní lalůček. Elastickou páskou kolem hlavy zajišťujeme polohu diferentní elektrody během nácvičku. Správná činnost monitoru je podmíněna použitím tzv. mezelektrodové pasty pro EEG nebo EKG. Podobné pasty pro EKG bývají čas od času k dostání ve specializovaných lékárnách, pastu pro EEG může zhotovit téměř každá solidněji vybavená lékárna. Mezelektrodová pasta zmenšuje přechodový odpor mezi elektrodou a kůží, který je při suchém stavu pokožky značný. Tuto skutečnost je třeba mít na zřeteli, neboť se zvětšujícím se přechodovým odporem se podstatně zmenšuje účinnost přístroje. Jako elektrody lze doporučit především provedení určené pro EEG; povrch těchto elektrod je upraven pro zmenšení galvanického jevu a tím i pohybových poruch. Lze předpokládat, že počet šťastlivců, jimž se podaří sehnat původní elektrody pro EEG, nebude velký, a proto doporučuji vyrobti elektrody z nereza-
vějící oceli. Diferentní elektroda může mít tvar kruhového terčíku o průměru 5 až 8 mm, indiferentní elektroda musí být způsobila k připevnění na ušní lalůček. Přírodní kabel k elektrodám by měl být co nejtenčí a pokud možno stíněný až k snímací diferentní elektrodě.

Všimněme si však zapojení přístroje. Biosignály o amplitudě několika desítek mikrovoltů jsou přes konektor k_1 přivedeny na bázi vstupního tranzistoru T_1 , který by měl mít co nejmenší šum a velké zesílení. Z našich typů vyhoví KC509, vybraný z několika tranzistorů po změření I_{CBO} a h_{21E} . Potenciometrem R_5 v obvodu emitoru T_1 se nastavuje citlivost přístroje. Zesílený signál odebíráme z kolektoru T_1 a přes odpor 4,3 MΩ jej přivádíme na vstup IO_1 . Protože ve vstupním tranzistorovém zesilovači nebyl zesílen pouze signál alfa, ale i veškeré nežádoucí poruchy, které se objevily na vstupu, je IO_1 zapojen jako selektivní zesilovač (aktivní filtr) se středním kmitočtem 10 Hz. Kmitočtová charakteristika tohoto obvodu závisí na přesnosti součástek R_6 , R_7 , C_3 a C_6 , které jsou v seznamu

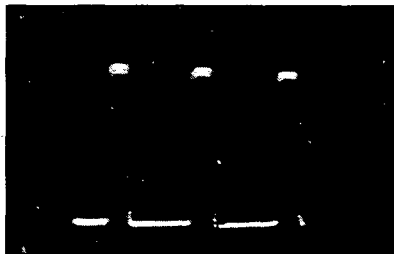
součástek označeny hvězdičkou. Měly by být vybrány v toleranci $\pm 1\%$, jinak by se mohlo stát, že monitor nebude signalizovat přítomnost alfa vln, ale kupříkladu vln theta. Přesnost ostatních součástek není kritická, vyhoví nejrozšířenější řada ($\pm 10\%$). Signál na vstupu IO_1 obsahuje již jen vlny alfa, samozřejmě za předpokladu, že je mozek „vyrábí“. Některé typy lidí mají aktivitu alfa velmi malou. V těchto případech bude uplatnění alfa monitoru velmi problematické. Vzhledem ke kmitočtové závislosti lidského sluchu (člověk nevnímá tóny nižší než 16 Hz) nepřichází přímé vyhodnocování signálu alfa sluchem v úvahu. Signál o kmitočtu 8 až 12 Hz je proto třeba vyhodnocovat nepřímo. Zesílený signál použijeme k modulaci slyšitelného tónu, který je generován v obvodu UO_2 , zapojeném jako astabilní klopný obvod. Při volném běhu generuje tento obvod obdélníkovité impulsy o kmitočtu přibližně 700 Hz, jejich střída je asi 1:3 až 1:5 (viz osciloskopický záznam na obr. 7).

Mohlo by se zdát, že trvalý tón bude rušit proces relaxace a že by bylo vhodnější navrhnout oscilátor, který by byl spouštěn alfa signálem. Názor odborníků k tomuto problému je celkem jednoznačný. Typy detektorů mozkových vln, při nichž se spouští akustický oscilátor až po přivedení signálu alfa, jsou považovány za méně vhodné, neboť právě ono náhlé spuštění oscilátoru narušuje počínající relaxaci. Mnohé pokusy naopak potvrzují, že harmonický, nepřilís hlasitý tón, který je modulován signálem alfa, je pro tento účel nejvhodnější.

Kmitočtově modulovaný tón je z výstupu IO_2 přes kondenzátor C_8 přiveden k potenciometru R_{11} , který je zapojen jako regulátor hlasitosti. Na konektor k_2 je možno přímo připojit vysokoimpedanční sluchátka s impedancí 4 kΩ, pokud jsou k dispozici, a není třeba doplňovat přístroj o nf zesilovač pro sluchátka s malou impedancí (např. typ ARF 200 nebo ARF 210). Spotřeba elektrické energie se však u přístroje doplněného zesilovačem několikanásobně zvětší a při použití baterií s dostatečnou kapacitou se nepřiměřeně zvětší celkové rozměry alfa monitoru. Přístroj je možno v provedení podle obr. 3 vyřešit v téměř „kapesním“ provedení; k jeho napájení postačí burelová baterie 9 V, typ 51 D. Pro verzi se zesilovačem je již třeba použít dvě ploché baterie 4,5 V nebo jednu baterii 9 V, typ 5100. Konstrukční uspořádání alfa monitoru s nf zesilovačem je patrné z obr. 5.

Konstrukce přístroje

Důležité upozornění: vzhledem k použití mezelektrodové pasty se přechodový odpor mezi přístrojem a povrchem hlavy zmenší na minimum. Z tohoto důvodu je bezpodmínečně nutné použít pro napájení přístroje vestavěnou baterii. Jakékoli síťové zdroje, dobíječe, zesilovače napájené ze sítě a podobné konstrukce jsou životu nebezpečné! I neúplné probití síťového transformátoru by mohlo skončit smrtelným úrazem.



Obr. 7. Osciloskopický snímek průběhu napětí volně běžícího akustického oscilátoru

Stavba přístroje není složitá. Umístění součástek na desce je patrné z fotografie na obr. 5. Pro jednodušší alternativu monitoru podle obr. 3 by pravděpodobně bylo možno použít bakelitovou krabičku B1' nebo B6. U provedení na fotografii je šasi vyrobeno z hliníkového plechu o tloušťce 1,5 mm, krabička je z železného pocínovaného plechu tloušťky 0,5 mm.

Použití alfa monitoru

Naneseme malé množství mezelektrodové pasty na lalůček levého nebo pravého ucha, kam připevníme indiferentní elektrodu. Elektroda musí na ušním lalůčku dobře držet, ale nesmí způsobovat bolest nebo nepříjemný pocit. V některém z míst označených na obr. 6 černou tečkou si rozhrneme vlasy a vatou namočenou v benzinalkoholu odmastíme pokožku. Na toto místo nanese-
me pomocí vhodné nástroje (např. druhý konec lžičky) přiměřené množství mezelektrodové pasty a přitiskneme diferentní elektrodu. Pasta má značnou viskozitu a elektroda zpravidla sama neodpadne, není-li zatížena přírodním vodičem. Abychom zajistili dokonalý spoj, zajistíme snímací elektrodu včetně přírodního stíněného vodiče elastickou páskou obepínající hlavu, jak je to patrné z fotografie u titulu článku. Místo s největší amplitudou vln alfa je individuální, a proto je vhodné vyzkoušet nejvhodnější polohu diferentní elektrody ještě před zahájením pravidelného cvičení. Aby bylo možno srovnávat a vyhodnocovat postup nácvičku, nemělo by jednou určené místo být už v průběhu „kursu“ relaxace měněno. Konektorem se připojíme k přístroji, nasadíme si sluchátka, upravíme jejich polohu tak, aby nás nikde nic netlačilo a v klidném, nepřilís osvětleném místě se pohodlně posadíme do křesla. Zapneme monitor a knoflíkem „hlasitost“ seřídíme úroveň stálého tónu tak, aby jeho poslech nebyl nepříjemný. Regulátor citlivosti (potenciometr R_5) nastavíme zpočátku na maximum. Pokud budete sedět v klidu a se zavřenýma očima, za několik sekund se tón stabilizuje. Pokusíme se relaxovat. Jak se to dělá? Necháme oči zavřené, chodidla položíme celou plochou na zem, ruce spustíme volně do klína. Snažíme se na nic nemyslet, pokusíme se zcela uvolnit, být neteční k okolí. Za chvíli bychom měli ve sluchátkách uslyšet lehké chvění tónu, indikující přítomnost vln alfa. Zvuk monitorovaného signálu alfa lze přirovnat ke zvuku elektrofonických varhan, hrajících notu F při zapnutém tremolu. Neobjeví-li se změna tónu, přezkoušíme kontakt elektrod, který bývá nejčastější příčinou nezdaru. Samotný detektor není příliš složitý, proto by neměl vzniknout potíže při jeho oživování. Alfa monitor lze předběžně vyzkoušet také střídavým zkratkováním a rozpojováním výstupních svorek. Ve sluchátkách se každé sepnutí a rozpojení diferentní a indiferentní elektrody projeví změnou tónu („kvákutím“). Velikost zdvihu (posuvu kmitočtu akustického oscilátoru) je úměrná amplitudě vln alfa, rytmus změn odpovídá jejich kmitočtu.

Nácvič relaxace pomocí alfa monitoru by neměl trvat déle než deset až patnáct minut. Máme-li možnost nácvičovat několikrát denně, lze doporučit třířázový nácvič; ráno, v poledne a večer. Zpočátku se nedoporučuje tento program překračovat, protože se rychle dostavuje únava a tím se výsledek relaxace znehodnocuje. Nemá rovněž žádný smysl dohánět případnou absenci v první a druhé fázi prodloužením večerního cvičení na třináctobok doporučeného času. Po každém použi-

ti alfa monitoru je třeba očistit elektrody, neboť znečištěné elektrody podstatně zmenšují citlivost přístroje. Základem úspěchu je pravidelnost cvičení.

Závěr

Popis jednoduchého alfa monitoru navazuje na úvodní teoretické úvahy a poskytuje širokému okruhu zájemců podklady pro zhotovení zajímavého přístroje. Do jaké míry bude alfa monitor chápán jako zajímavá hračka nebo učební pomůcka, bude záležet na individuálním přístupu k celému problému. Vážným zájemcům o nácvik relaxace lze doporučit předchozí prostudování literatury [1] až [4], protože v rámci tohoto článku nelze postihnout ani význam autogenního tréninku pro duševní hygienu, tím méně pak systém jeho provádění.

Rád bych touto cestou poděkoval PhDr. Petru Hájkovi z oddělení pro léčbu neuroz s psychotherapeutickým režimem při psychiatrické léčebně v Kroměříži, který celý článek konzultoval z hledisek moderní psychiatrie.

Použité součástky

Odpor	
R_1	1,2 M Ω
R_2	0,68 M Ω
R_3	27 k Ω
R_4, R_7	4,3 M Ω
R_5, R_{14}	potenciometr 2,5 k Ω
R_6	18 k Ω
R_8	16 k Ω
R_9	5,1 k Ω
R_{10}, R_{12}	39 k Ω
R_{11}	22 k Ω
R_{13}	330 Ω
Kondenzátory	
C_1, C_6	100 μ F/15 V
C_2, C_5	10 μ F/15 V
C_3	2,2 nF
C_4	0,22 μ F
C_7	15 nF
C_8	100 nF
C_9	22 nF
Polovodičové součástky	
T_1	KC509
IO^+	MAA741
IO^+	MAA741

Literatura

- [1] Hausner, M.: Jak se stát neurotikem? SZN: Praha 1968
- [2] Knobloch, F.: Neuróza a ty? Olympia: Praha 1967.
- [3] Schultz, J., H.: Autogenní trénink. Avicenum: Praha
- [4] Werner, K.: Hathajóga. Olympia: Praha.
- [5] Agyi alfa hullámok és a biológiai viszsacsatolás. Rádió-technika (MLR), č. 3/1977.
- [6] Build this Brain Wave monitor. Radio Electronics č. 1/1975.
- [7] Kratochvíl, S.: Podstata hypnózy a spánek. Avicenum: Praha 1972
- [8] Horvát, I.: Spánek, sny, sugesce a hypnóza. Avicenum: Praha 1968
- [9] Drvota, S.: Úzkost a strach. Avicenum: Praha
- [10] Vrána, M., Netušil, M.: Lékařská elektronika. Avicenum: Praha
- [11] Děsi, I.: Tajemný mozek. Pyramida – Orbis: Praha
- [12] Nf zesilovač s MA0403. AR č. 9/1972, s. 337.

NABÍJEČ AKUMULÁTORŮ

Ing. M. Cáb

Doba života olovených akumulátorů značně závisí na způsobu dobíjení. Je známo, že střední hodnota dobíjecího proudu v ampérech má být rovna desetíně kapacity v Ah, přičemž proud se má v průběhu dobíjení mírně zmenšovat. Je také výhodné, má-li nabíjecí proud impulsní charakter, neboť v době mezi proudovými impulsy mohou elektrody odplynout. Těmto požadavkům poměrně dobře vyhovují dobíječe s tranzistorem, zapojeným jako zdroj proudu.

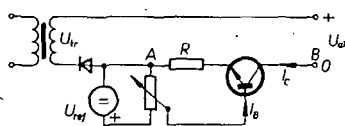
Použití tranzistorů pro tento účel se ovšem jeví jako zbytečný „přepych“, mimo jiné i proto, že regulační tranzistor je nutno dimenzovat na výkonovou ztrátu při zkratu. Doplněním tranzistorového dobíječe obvodem pro omezení kolektorové ztráty při zkratu zmenšíme podstatně požadavky na maximální kolektorovou ztrátu regulačního tranzistoru a můžeme získat u dobíječe další výhodné vlastnosti.

Nabíječ s tranzistorem zapojeným jako zdroj proudu

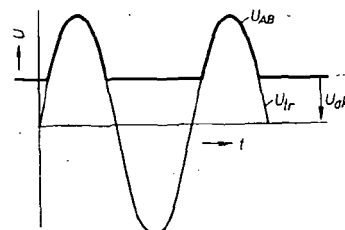
Činnost a zjednodušený návrh osvětlíme na stabilizátoru proudu, jehož zapojení je na obr. 1.

Napětí mezi body A a B je dáno usměrněným sekundárním napětím transformátoru superponovaným na napětí akumulátoru. Jeho průběh v závislosti na čase je na obr. 2 vytažen výraznou čarou.

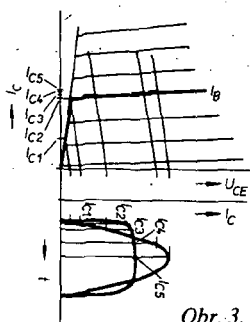
V čase, kdy je $U_{AB} = 0$, teče tranzistorem proud I_B daný napětím U_{BE} . Zvětšuje-li se napětí U_{AB} , zvětšuje se prudce i proud I_C , který je zpočátku (dokud je pracovní bod tranzistoru v oblasti saturace) dán jen vnitřním odporem transformátoru, odporem R a odporem propojovacích vodičů. Přitom se zvětšuje i napětí U_R na odporu R . Toto napětí se odečítá od U_{ref} a způsobí zmenšení proudu I_B . Zmenší-li se I_B natolik, že pracovní bod přestane být v oblasti saturace, přestane mít zvětšování napětí U_{AB} vliv na proud I_C .



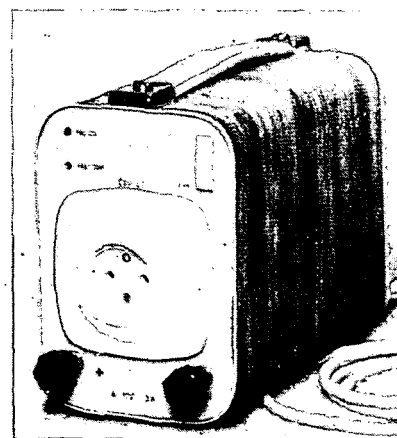
Obr. 1. Základní zapojení zdroje stabilizovaného nabíjecího proudu



Obr. 2. Průběh napětí mezi body A a B



Obr. 3.



Z KONKURSU ARa

Zhruba je tato situace znázorněna na obr. 3. Průběh proudu v závislosti na čase se blíží obdélníku, jehož amplitudu lze řídit velikostí proudu I_B . Pro přibližnou velikost odporu R platí vztah:

$$R \approx \frac{U_{ref}}{I_E} = \frac{U_{ref}}{I_C + I_B} \quad (1)$$

Úpravou dostaneme orientační vztah pro velikost I_C :

$$I_C \approx \frac{U_{ref}}{R} - I_B \quad (2)$$

Jak vidíme, lze velikost proudu I_C měnit napětím U_{ref} nebo odporem R .

Kolektorová ztráta regulačního tranzistoru

Pro výpočet kolektorové ztráty si upravíme průběhy proudu I_C a napětí U_{CE} z obr. 3 (viz obr. 4), kde U_p je rovno součtu napětí U_{ak} , U_R a U_D :
 U_{ak} – napětí akumulátoru,
 U_R – napětí na odporu R ,
 U_D – napětí na diodě v propustném směru.
Pro jednodušší usměrnění platí

$$P_C = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_C \cdot (U_i \sin \omega t - U_p) dt \quad (3)$$