

Komunikado per tuŝado gravas precipe inter insektoj, sed sendube ludas rolon ankaŭ inter kelkaj mamuloj.

Optika, vida komunikado havas la avantaĝon, ke ĝi estas rapidege transdonata kaj rapide kaj altgrade ŝanĝebla, modifebla per ombroj, koloroj ktp. Malavantaĝoj estas, ke la signaloj estas nur rektlinie transdoneblaj, ili ne ĉirkaŭiras baraĵojn, sed funkcias nur, se ili rekte trafas la ricevilan organon. Ili ne funkcias en mallumo, se ne la koncerna organismo kapablas mem produkti lumon. Tre ofte vida komunikado estas kombinita kun aŭda, kaj ambaŭ funkcias tra grandaj distancoj. Insektoj, kiuj estas tro malgrandaj por posedi organojn por variaj sonoj, altgrade dependas de optika komunikado.

Elektra komunikado estas konata ĉe diversaj fiŝoj: ŝarkoj, rajoj, gimnotoj k.a. Elektraj signaloj estas uzataj por serĉado de rabaĵo, por avertado kaj por identigado. Ili ĉirkaŭiras baraĵojn, sed estas uzablaj nur en relative kvietaj akvo. Ĉu ankaŭ aliaj organismoj ol fiŝoj uzas elektrajn signalojn, ni ne scias.

Ĝenerale ni povas diri, ke ju pli primitiva estas organismo, ju pli simpla estas ĝia korpa strukturo, des pli multe ĝi dependas de ĥemia komunikado, sensebla per la flaraj kaj eventuale gustaj organoj.

Bestoj, same kiel homoj, havas fundamentan bezonon por komuniĝo, sed ili komuniĝas nur pri la momentaj bezonoj, kaj ne havas kiel la homoj la eblecon altgrade 'arhivigi' ricevatajn komunikaĵojn por eventuala posta uzado.

AŬTOMATA REGO DE OKSIGENA FLUO POR NOVNASKITOJ John Mills (Aŭstralio)*

1. Enkonduko

En novnaskitaj infanoj, precipe se ili antaŭtempe naskiĝis, iufoje la cerbon ne atingas sufiĉe da oksigeno. Eble parto de la pulmoj ne funkcias, aŭ eble la feta cirkulado de sango, en kiu la sango evitas la pulmojn, ankoraŭ iomete funkcias. Ĉiokaze, oksigeno mankas en la sango, kaj tial ĝi mankas en la cerbo. Pro tio, eble la infano mortas, aŭ, pli tragedie, la cerbo nekuraĉeblig difektiĝos.

La kuracado estas, ke la infano enspiru aeron, kiu enhavas pli da oksigeno ol la normala 21%, eĉ ĝis 100%. Tamen estas danĝero; se la infano enspirus tro da oksigeno, ĝi eble blindiĝus. Tial oni devas zorgi regi la fluon de oksigeno, laŭ la bezono de la infano. Maŝino, kiu aŭtomate regas la oksigenon laŭ la bezono de la infano, plifaciligas la taskon de la kuracado, kaj, pli grave, pli bone traktas la infanon. Tiu ĉi artikolo priskribas la evoluadon de tia maŝino, kaj la problemojn de la projekto.

Fiziologio

La cerbo ricevas oksigenon el la sango, kaj la difuzon de oksigeno en la cerbon regas la parta premo de oksigeno en la arteria sango, $P_a O_2$. En sana infano tiu premo estas ĉirkaŭ 10,5 kPa. La cerbo ekfluas, se la premo iĝas malpli ol 8 kPa, kaj pro malpli ol 5,5 kPa la infano mortas. La oksigena premo rilatas al la proporcio de oksigeno en la aero, kiun la infano enspiras, $F_i O_2$. Fig. 1 montras la rilaton.

* Doktoro, supera lekciisto en Universitato de Okcidenta Aŭstralio, Departemento de Elektra kaj Elektronika Inĝenieroj, Nedlands WA 6009.

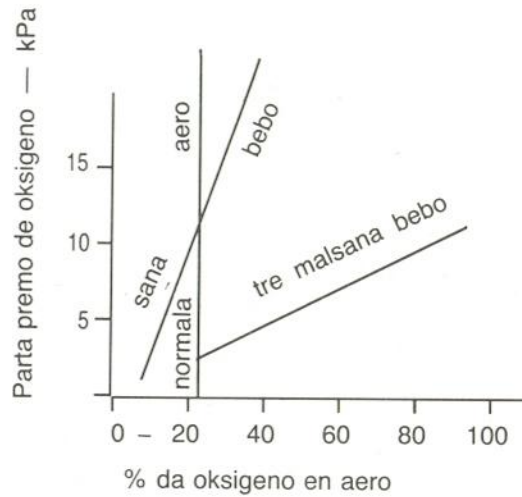


Fig. 1: *Oksigeno en la aero kaj en la sango*

Por sana infano, la normala 21 % da oksigeno en la aero sufiĉas por premo ĝis pli ol 10,5 kPa en la sango, sed tre malsana infano bezonas eble 90 % da oksigeno (GUYTON 1976, SANO-KIKUCI 1985).

La oksigeno parte portiĝas solvita en la sango, sed la plejparto kombiniĝas kun la hemoglobino. La rilato inter $P_a O_2$ kaj la saturiteco de hemoglobino per oksigeno estas nereakta [vd. Fig. 2].

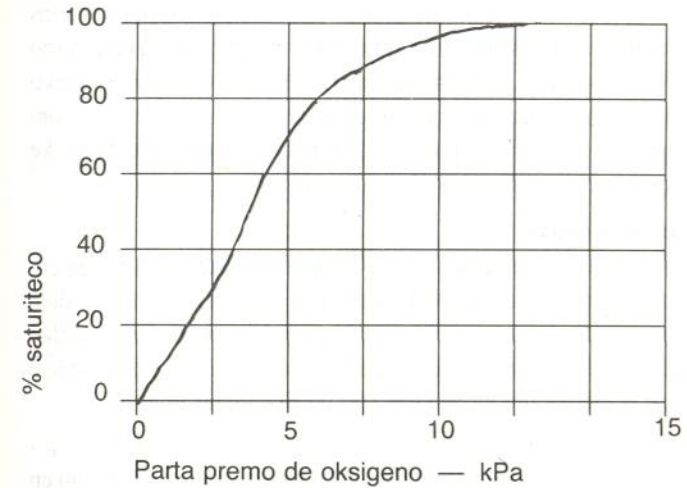


Fig. 2: *Saturiteco per oksigeno kaj parta premo*

La saturitecon per oksigeno montras la koloro de la sango; sango plena de oksigeno estas hele ruĝa. Oni povas mezuri la koloron de la sango, kaj tiel la saturitecon per oksigeno, se oni pasigas lumon tra la fingro de infano kaj mezuras la kvanton, kiu trapasas ĝe du ondolongoj, ruĝa kaj transruĝa. La mezuro devas sinĥroniĝi al la pulso, por ke ĝi rilatu al la arteria sango, ne la vejna. Estas mezurilo por tiu mezurado kiu ofte uziĝas en malsanulejoj. Estas alia mezurilo kiu rekte mezuras la metabolan staton de la cerbo. Tiu estas nuklea magneta resonanca spektromezurilo (NMR), kiu uzas ^{31}P spektromezuradon por kalkuli la proporciojn inter kelkaj fosforaj kombinaĵoj en la cerbo. Tiu donas pli ĝustan rezulton ol la mezurado de oksigeno en la sango de la fingro. Tamen, la mezurilo funkcias malrapide; bezonante kvar minutojn por konstati la proporciojn precize ĝis 15%. Plue, ĝi ne estas tre oportuna; la infano devus esti en magneta kampo de ĉirkaŭ 1,8 Tesla, kaj tiu bezonas superkonduktan magneton. La mezurilo estas tre altkosta, kaj ĉi-tempe troviĝas nur malmultaj en la mondo. Tamen, la regilo priskribata povos uzi tian mezurilon, se ĝi estos havebla.

La responda rapideco de la regilo tre gravas. Normala plenkreskulo tolerus mankon de oksigeno en la sango dum ĉirkaŭ kvar minutoj, antaŭ ol la cerbo difektiĝus. Normala infano, dum naskiĝo, necese estas tre tolerema al manko de oksigeno, sed eble malsana infano ne estas tiel tolerema. Ĉiuokaze, oni bezonas tempon por enmeti la infanon en la kapuĉon, do estas plej bone, ke la regilo respondu en la daŭro de ĉirkaŭ unu minuto.

3. Dinamiko de la sistemo

Por projekti regilon, oni devas scii la dinamikon de la sistemo. Estas du efikoj, kiuj gravas. Unue, troviĝas prokrastoj. Tiuj estas, ekz. la tempo dum kiu fluas gaso tra tuboj, aŭ sango fluas tra angioj. Ni supozas ke la gasfluo estas konstanta, sed la proporcio de oksigeno varias. Se la enmeta proporcio estas $u(t)$, kaj la elmeta proporcio estas $y(t)$, la rilato inter ili estas

$$y(t) = u(t - T) \tag{1}$$

en kiu T estas la prokrasto kaj t la tempo. Estas simila rilato pri oksigeno en la sango, ĉar la sango bezonas tempon por flui el la pulmoj ĝis la mezurilo ĉe la fingro. La totala sistema prokrasto, T_d , estas tipe dudek sekundoj.

La alia grava efiko estas tempo-konstanto. Oni enmetas la infanon en kapuĉon, en kiun fluas la gaso. Pro la volumeno de la kapuĉo, oni bezonas tempon por ŝanĝi la oksigenan proporcion por la infano. La rilato inter la proporcio en la fluo, $u(t)$, kaj la proporcio en la kapuĉo, $y(t)$, estas

$$u(t) = y(t) + T_i(dy/dt) \tag{2}$$

Tipe, T_i estas 30 ĝis 60 sekundoj.

Per la laplace-a transformo de ekvacio [2], oni povas skribi

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{1 + sT} \tag{3}$$

(Legantoj, kiuj ne konas la laplacan transformon, povas rigardi la varianton s kiel la diferencialan operatoron, d/dt . La diferenco ne gravas por la nuna desegno. La konstanta stata valoro de la elmeto, por enmeto de unu unuo, estas la valoro de la esprimo en [3] por $s = 0$, aŭ la limo, kiam s proksimiĝas al 0.) La esprimo en ekvacio [3] nomiĝas la transigfunkcio (TF).

Troviĝas ankaŭ tempo-konstanto por la funkcio de la pulmoj. Tipe ĝi estas dek sekundoj. La TF el F_cO_2 , la oksigena proporcio en la fluo, ĝis P_aO_2 estas

$$G_p(s) = \frac{K_L \exp(-sT_d)}{(T_i s + 1)(T_L s + 1)} \tag{4}$$

La parametro K_L estas la konstante stata valoro de tiu TF. Ĝi varias kun la sanstato de la infano, kaj tiu estas grava problemo por la regilo. La eksponenciala termo estas la laplace transformo de la prokrasto.

4. Regilo

Pro kelkaj kialoj, estas necese, ke komputoro uziĝu por la regilo. Oni povas figuri la tutan sistemon, inklude la regilon, per Fig. 3.

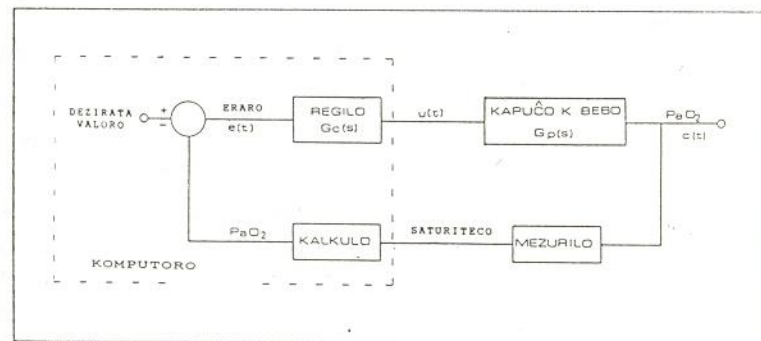


Fig. 3: Bloka figuro de la sistemo

La elmeto de la mezurilo estas la valoro de saturiteco per oksigeno, kiu nerekte rilatas al P_aO_2 . Por bone regi la sistemon, necesas, ke la nerekteco nuligi. Tion povas fari la komputoro, kiu kalkulas P_aO_2 el la mezuro de saturiteco per oksigeno. ‘Erara’ signalo, e , kalkuliĝas kiel la diferenco inter la dezirata valoro de P_aO_2 kaj la valoro el la mezuro.

La elektita formo de regilo estis la t.n. “triterma regilo”. En tiu, adiciigas la eraro, la diferencialo de la eraro, kaj la integralo de la eraro, en taŭgaj proporcioj. La TF de la regilo estas

$$G_c(s) = \frac{K_c (1/s + P + Ds)}{K_c (Ds^2 + Ps + 1)} \quad [5]$$

en kiu K_c , P kaj D estas konstantoj. P kaj D elektiĝas por nuligi la tempajn konstantojn en ekvacio [4], kaj pro tio

$$G_c(s) G_p(s) = \frac{K_c K_L \exp(-sT_d)}{s} \quad [6]$$

(Fakte la signaloj en la komputoro ne estas kontinuaj, sed estas specimenataj ĉe intervaloj de dek sekundoj. Por la analizo oni bezonas la z-transformon. Por tiu desegno, la kompliko ne necesas.)

La esprimo de ekvacio [6] estas la TF el e ĝis c . Skribante $G(s)$ por $G_c(s) G_p(s)$, kaj K por $K_c K_L$, ni havas

$$G(s) = \frac{K \exp(-sT_d)}{s} \quad [7]$$

Kiam s proksimiĝas al nulo, $G(s)$ senlime pligrandiĝas. Tio signifas, ke, en la konstanta stato, la erara signalo, e , iĝas nulo, kaj r precize egalas c . La signalo u ne estas nulo. Tiu rezultas de la integrala termo en la regilo.

Por rapida respondo, K devus esti tiom granda kiom eble, sed se ĝi estus tro granda, la sistemo estus nestabila. Per ekvacio [7] kaj la rilato $e = r - c$, oni povas kalkuli ke la TF el r ĝis c estas

$$\frac{K \exp(-sT_d)}{s + K \exp(-sT_d)} \quad [8]$$

La ŝlosilo al stabileco estas la karakteriza ekvacio,

$$s + K \exp(-sT_d) = 0 \quad [9]$$

Kiam s proksimiĝas al la radikoj de [9], la esprimo [8] senlime pligrandiĝas. Ekvacio [9] havas infinitan nombron da kompleksaj radikoj. Estas pruveble, ke, se la reala parto de ĉiu radikoj de karakteriza ekvacio estas malpli ol nulo, la sistemo estas stabila. Por ekvacio [9] tio okazas se, kaj nur se validas

$$0 < K < \pi / 2T_d \quad [10]$$

Se K proksimiĝas al $\pi / 2T_d$, eĉ se malpli, la sistemo elmontrus malmulte

dampitajn osciladojn. Por sufiĉe dampita, sed kiom eble rapida respondo, duono de tiu valoro taŭgas.

5. Memakomoda regilo

Kelkaj parametroj, kiuj gravas por la regilo, povas varii. T_i kaj T_d povas sufiĉe precize taksigi, kaj oni povas enmeti la valorojn en la komputoron. Pri T_L oni ne certe scias, kaj bezonas pluan esploron. Eble la variado estos tiom sufiĉe malgranda, kiom ne gravas por la regado.

La variado en K_L tre gravas. Por normala infano, la valoro estas kvinoble, de tiu por tre malsana infano. Se oni elektus K_c por bona respondo por normala infano, la respondo por malsana infano estus tre malrapida; aliflanke, se oni elektus K_c por malsana infano, la sistemo estus nestabila por normala infano. Dum la kuracado efikas, malsana infano iom post iom saniĝas, kaj K_L pligrandiĝas, kaj, por bona rego, K_c devas akomodigi.

Se la kuracisto, per sia profesia scipovo, taksus la unuan oksigenan bezonon de la infano, la komputora programo pro tio povus kalkuli unuan valoron de K_L kaj, se necesus, T_L . Pro tiuj valoroj, la programo kalkulus taŭgajn parametrojn por la regilo. Post tio, la programo devus konstati novajn valorojn por K_L kaj, se necesus, T_L .

Estas kelkaj rimedoj por tio (ÅSTRÖM-WITTENMARK 1984). La metodo de minimumaj kvadratoj ŝajnas alloga; oni devas registri, dum sufiĉe longa tempo, la enmeton kaj elmeton de sistemo (u kaj c en Fig. 3). Tiam oni kalkulas la parametrojn de matematika modelo kiu, kun enmeto u , havas elmeton, kiu plej bone proksimiĝas al c . La metodo trovas la modelon, kiu havas minimuman sumon de kvadratoj de eraroj. Tamen, se la enmeto ne taŭgas por malkovri la parametrojn, la kalkulado povas liveri tute malĝustajn rezultatojn, do la metodo havas danĝerojn por aŭtomata rego.

Se oni bezonas trakti nur K_L kaj ne T_L , estas tre simpla metodo, kiu eblas, ĉar la sistemo, dum la plejparto de la tempo, estas proksimume en konstanta stato. Kiam la sistemo ŝanĝiĝas nur malrapide, la programo kalkulas, el la rezultoj de mezurado, $P_a O^2 / F_c O^2$, kaj iomete ŝanĝas K_L cele al tiu valoro. Tiam kalkuliĝas novaj parametroj por la regilo.

6. Komputora ŝajngado

Figuro 4 montras unu rezulton de komputora ŝajngado de la sistemo kun malsana infano.

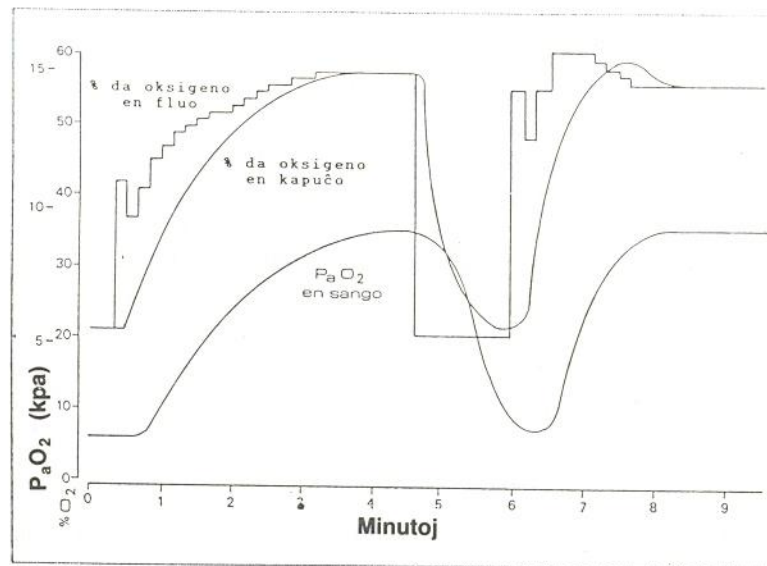


Fig. 4: Komputora ŝajngado

La infano bezonis 58% da oksigeno en la aero por subteni normalan oksigenan nivelon en la sango. Tamen, la cifero enmetita en la programon estis 21%, do la unua valoro de K_c estis tro malgranda. Unue, la infano estis enspirinta aeron kun 21% da oksigeno. 20 sekundojn post la komenciĝo de la registrado, la aŭtomata regilo estis funkciigata. Post dek sekundoj (la prokrasto por la aero), la oksigeno en la kapuĉo plialtiĝis, kaj post pluaj dek sekundoj (la prokrasto por la sango), plialtiĝis la oksigeno ensanga. La respondo estis malrapida kaj tro dampita; ĝi bezonis du minutojn, plus la prokraston, por ke la ensanga oksigeno atingu sendanĝeran nivelon. Post kvar minutoj kaj duono, kiam la niveloj estis konstantaj, la regilo malsaltiĝis, kaj

la infano inspiris 21% da oksigeno dum naŭdek sekundoj. Aŭtomata rego denove estis funkciigata, kaj, ĉi-foje, pro la memakomodo, la respondo estis pli rapida; ĝi bezonis malpli ol unu minuton por atingi sendanĝeran nivelon.

7. Listo de simboloj

c	elmeta signalo de rega sistemo
e	'erara' signalo de rega sistemo
$F_c O_2$	proporcio de oksigeno en la fluo de aero
$F_i O_2$	proporcio de oksigeno en enspirata aero
$G_c(s)$	transigfunkcio de regilo
$G_p(s)$	transigfunkcio el $F_c O_2$ ĝis $P_a O_2$
K_L	konstante stata valoro de $P_a O_2 / F_i O_2$
$P_a O_2$	parta premo de oksigeno en la sango, kPa
r	dezirata elmeta signalo en rega sistemo
t	tempo
T_d	prokrasto de la sistemo
T_i	tempo-konstanto de la kapuĉo
T_L	tempo-konstanto de la pulmoj
u(t)	enmeta signalo
U(s)	laplaca transformo de u(t)
w	frekvenco, radianoj en unu sekundo
y(t)	elmeta signalo

8. Dank-esprimo

La verkisto, kiu laboris kun Phospho-Energetics, Usono, dum 1986, esprimas dankon pro la permeso de Phospho-Energetics, por publikigi la enhavon de tiu verko. La esploron subvenciis la usona Nacia Instituto de Sano, subvencio IR43, 22309-01, Phospho-Energetics.

9. Referencoj

- ÄSTRÖM, K.J. and B. WITTENMARK (1948).
Computer Controlled Systems — Prentice Hall
 GUYTON, A.C. (1976).

Textbook of Medical Physiology. — Saunders

SANO, A. & KIKUCI, M. (1985).

Adaptive Control of Arterial Oxygen Pressure of Newborn Infants under Incubator Oxygen Treatments

I.E.E. Proc., Vol. 132, Pt. D, No. 5.

Automatic Control of Oxygen Flow for Neonates

(anglalingva resumo)

This paper discusses the design of an automatic oxygen controller for newborn babies under incubator treatment. A three term controller is suitable, but, because of parameter changes, adaptive control is required. Results from a computer simulation are shown.

SENSENTIGO — LA METODO KURACI ANKSIECON

Destina Tyblewska-Kundzicz*

1. Enkonduko

En tiu ĉi artikolo mi deziras priskribi miajn spertojn en kuracado de anksio kaj doni kelkajn konsilojn por ĉiuj, kiuj volus apliki sensentigon kiel terapeŭtoj aŭ kiel pacientoj.

Anksieco¹ estas emocio, kiun la homaro konas delonge, sed lastatempe ĝi kaŭzas suferon pli ofte ol antaŭe. Anksio ne estas karakteriza nur por neŭrozoj, fobioj aŭ psikmalsanoj. Ĝi ofte aperas ĉe la homoj, kiuj opinias sin tute sanaj. En psikologiaj teorioj oni diverse difinas anksiecon, sed ĉiuj aŭtoroj konstatas, ke ĝi estas ensemblo de emociaj reagoj je eksteraj stimuloj (aliaj homoj, bestoj, objektoj, situacioj, lokoj) aŭ je internaj stimuloj (rememoroj, imagaĵoj, ideoj).

Tipaj por anksio estas malagrablaj simptomoj, kiujn preskaŭ ĉiuj spertis kiel malfacilajn por kontraŭstarigi aŭ kuraci. Krom tio, tipaj por anksio estas la fiziologiaj reagoj: kreskado de sangopremo, plirapidiĝo de pulso kaj spirado, streĉiĝo de muskoloj, kapdoloroj, oftega malsato aŭ anoreksio², stomakaj problemoj, premado en gorĝo, malfacilaĵoj kun englutado, troa ŝvitado, ofta urinado ktp.

Kuraci anksiecon estas malfacile, ĉar ĝi ofte havas neraciajn kaŭzojn. Malkovri ilin estas tre malfacile; ofte tio estas nedefinita sento de minaco, sed la per-

* Magistro, psikologino en Konsilejo de Psika Sano; Heweliusza 3/3, PL-80-890 Gdańsk.

1. Anksieco = granda maltrankvilo, kun sento, ke proksimiĝas neevitebla danĝero, kies naturon precizigi ne eblas; uzata ofte sinonime kun *angoro*, kvankam necesas distingi inter ili, ĉar la dua estas reago je reala danĝero (minaco). Tamen la unua — anksieco — estas sento neproporcie pli profunda. (Vidu ankaŭ Claude PIRON: *Kiel persono sin strukturis*. — Liège 1978, SUK.)

2. Anoreksio = senapetiteco kaŭzita de psikaj streĉoj.