

Kontrola visine baklje plazma sistema pomoću Audioms Automatika USB kontrolera kretanja

Kontrola visine baklje plazma sistema (eng. Torch Height Control – THC) je funkcija koja se koristi kod mašina za sečenje plazmom za kontinualno regulisanje visine plazma glave. Potrebno je obezbediti održavanje konstantnog rastojanja između plazma glave i materijala koji se obrađuje. Pomenuta funkcija je kod Audioms Automatika USB kontrolera kretanja funkcionalno skoro identična kao kod rada sa LPT portom. Treba napomenuti da je za THC funkciju potrebna licencna verzija Mach3 (demo verzija ne podržava THC mod rada).

Dalji opis podržanih THC opcija se odnose na sledeće Audioms Automatika USB kontrolere kretanja:

- ISO-USB-BOX kontroler kretanja,
- USB-MC-INT kontroler kretanja i
- USB-MC kontroler kretanja.

Bitne mogućnosti koje donose Audioms USB kontroleri kretanja:

- **Dve opcije za THC kontrolu:**
 - podrška za eksterne THC kontrolere,
 - interni THC klasičan Up/Down regulator (odziv od 1 ms).
- **Napredne opcije internih THC regulatora:**
 - detekcija zaseka (kerf detect - tip saver),
 - zabrana THC kretanja kada je napon na luku izvan validnog opsega,
 - detekcija prisutnosti luka,
 - učestanost uzorkovanja napona 1 kHz,
 - podesivi nisko-propusni (low pass) filter napona.
- **Za interni i eksterni regulator:**
 - THC zabrana/dozvola komandama iz G-koda,
 - Anti-plunge opcija,
 - Manuelni mod rada.
- **Prilagođen Mach3 ekran** sa dodatnim indikatorima i DRO poljima.

Najpopularniji način regulacija visine je putem praćenja napona na luku kao povratne informacije, obzirom da je napon na luku proporcionalan dužini luka tj. visini plazma glave iznad materijala. THC regulator podiže ili spušta plazma glavu sa ciljem da postigne i održi zadatu nominalnu vrednost napona.

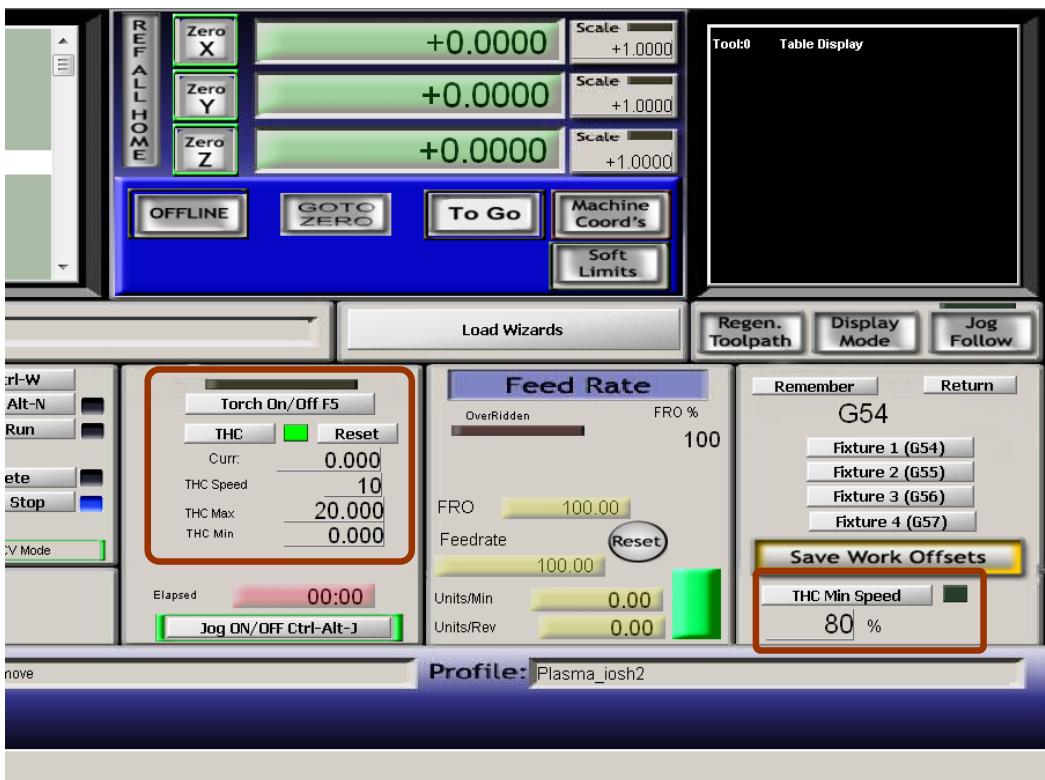
Tradicionalno kod Mach3, koristi se eksterni THC regulator koji meri napon na luku i putem digitalnih ulaza zahteva od Mach3 kretanje plazma glave gore ili dole.

Novina kod Audioms USB kontrolera kretanja je to što pored podrške za rad sa eksternim THC regulatorom ima integriran i interni THC regulator koji je moguće iskoristiti uz priključivanje odgovarajućeg naponskog senzora (THC Senzora) na analogni ulaz Audioms USB kontrolera kretanja. Interni regulator donosi i naprednije opcije za kontrolu THC regulacije kao „kerf detect“ (detekcija zaseka). Za oba regulatora je omogućena zabrana/dozvola THC kretanja putem komandi iz G-kod programa kao i manualni mod rada.

I u slučaju internog i eksternog THC regulatora, sve bitne funkcije se obavljaju autonomno unutar hardvera Audioms USB kontrolera kretanja tako da je obezbeđena brza reakcija regulatora.

Da bi se na glavnom ekranu Mach3 pojavile kontrole vezane za THC (Slika 1), potrebno je:

- pri startovanju Mach3 programa odabrati neki plazma profil (kao fabrički Plasma.xml) ili
- u neki postojeći profil učitati screen „plasma.set“ putem menu opcije „[View/Load screens...](#)“.



Slika 1 THC kontrole na Mach3 Plasma.set ekranu

Kratak opis THC kontrola:

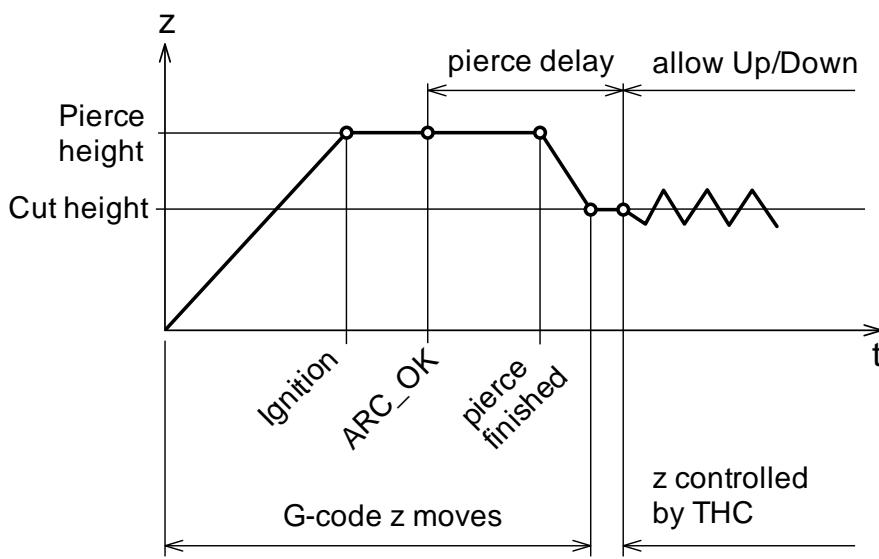
- **Torch On/Off** – dugme za ručno paljenje/gašenje luka. Normalno se ovo dugme ne koristi osim za testiranje. Plazma luk se pali programabilno iz G-kod programa obično komandom M3, a gasi komandom M5.
- **THC** – uključivanje/isključivanje THC moda rada. **THC mod mora biti uključen ručno pre početka rada da bi Audioms USB kontroler kretanja pravilno izvršavao THC funkcije.** Indikator pored dugmeta pokazuje da je ovaj mod aktiviran (zeleni pravougaonik).
- **Reset dugme** – resetuje na nulu internu promenljivu korekcije pozicije po z osi plazma glave (Curr: polje) Trenutna pozicija po z osi glave postaje referentna za definisanje minimuma i maksimuma korekcije visine.
- **Curr** – prikazuje trenutnu vrednost korekcije pozicije po z osi. Pri paljenju luka, trenutna z pozicija se pamti kao referentna, a **THC Max** i **THC Min** su definisane u odnosu na tu referencu.
- **THC Speed** – brzina kretanja plazma glave po z osi prilikom Up/Down kontrole od strane eksternog regulatora. Zadaje se kao procenat od maksimalne brzine za z osu definisane u **motor tuning** podešavanjima. **Kao i kod rada sa LPT portom, zbog potrebe za brzom reakcijom, Up/Down THC kretanja ne sadrže zaletanje i usporavanje.** Zbog toga je THC brzinu potrebno pažljivo podešiti na nižu vrednost koja neće izazvati zaostajanje sistema upravljanja baziranih na koračnim motorima (gubitak koraka).
- **THC Min / THC Max** – definišu minimum i maksimum pozicije plazma glave po z osi u odnosu na referentnu poziciju.
- **THC min speed** – dugme uključuje anti-plunge opciju, odnosno opciju sprečavanja da plazma glava padne suviše nisko po z osi. Pomenuto stanje može da se desi ako tokom obrade dođe do pada brzine kretanja u x-y ravni, na primer kod oštreljih ivica kontura koje se režu, odnosno pri nagloj promeni pravca kretanja. **THC min speed** se zadaje kao procenat od maksimalne brzine kretanja po z osi. Ako brzina kretanja u x-y ravni padne ispod podešene **THC min speed**, Up/Down THC komande se ignoriraju dok brzina ponovo ne poraste.

NAPOMENA: Poželjno je izbeći da se z osom upravlja istovremeno iz G-kod programa i putem THC Up/Down kontrola sa spoljašnjeg ili internog regulatora (aktivan je ARC_OK signal). Audioms USB kontroler kretanja će u ovom slučaju favorizovati komande G-kod kretanja po z osi, dok će za to vreme Up/Down kontrola THC regulatora biti suspendovana. U nekim slučajevima, usled naglih promena režima pa i brzine/smera kretanja moguće je da dođe do zaostajanja sistema upravljanja baziranih na koračnim motorima (gubitak koraka).

Poželjno je ispravno definisati pauzu USB kontrolera kretanja **THC options/ Pierce delay** (Slika 6) tako da se potrebno G-kod kretanje po z osi završi pre nego se omogući regulacija visine od strane internog ili eksternog THC Up/Down regulatora.

Alternativno je moguće potrebnu pauzu podesiti u eksternom THC kontroleru ako podržava ovu opciju. THC kontroleri obično podržavaju definisanje pauze od trenutka paljenja luka do aktiviranja Up/Down komandi u cilju sprečavanja da plazma glava poleti ka materijalu odmah posle paljenja luka. Naime, potrebno je sačekati da napon na luku padne na normalnu vrednost i stabilizuje se.

Slika 2 daje prikaz jednog od mogućih postupaka za početno pozicioniranje glave i paljenje luka. Vidi se da se u prvom periodu obavlja G-kod kretanje po z osi, prvo da bi se zauzela pozicija za paljenje luka, a zatim posle proboga (eng. pierce), za rezanje (eng. cut). Kada se pomenuto pozicioniranje završi posle isteka **pierce_delay** pauze, dozvoljava se reakcija na Up/Down signale sa THC kontrolera.



Slika 2 Primer rada plazma mašine

Ignition je trenutak kada se zahteva paljenje luka. **Ignition** signal iniciran recimo komandom M3 (npr. [Output #1](#)) se vodi na plazma agregat.

ARC_OK (THC on) je signal koji se dobija sa plazma agregata (ili sa eksternog/internog THC kontrolera) i ukazuje da je izvršeno paljenje luka, odnosno da je radni luk prisutan. Mach3 čeka ovaj signal da bi se nastavilo sa daljim izvršavanjem programa. Ako se u nekom trenutku izgubi luk, Mach3 zaustavlja kretanje dok se luk ponovo ne detektuje.

Slika 2 ne dalje prikaz početnog traženja materijala – nulte pozicije po z osi. Pomenutu funkciju je moguće realizovati preko PROBE ili HOME funkcije Mach3 i za to je potrebno da mašina ima neki vid detekcije kontakta plazma glave i materijala (plivajuću glavu ili omski senzor).

Podešavanja za eksterni THC regulator

Za rad sa eksternim THC regulatorom potrebno je podesiti port i pinove digitalnih ulaza **THC On (ARC_OK)**, **THC Up**, **THC Down** (Slika 3).

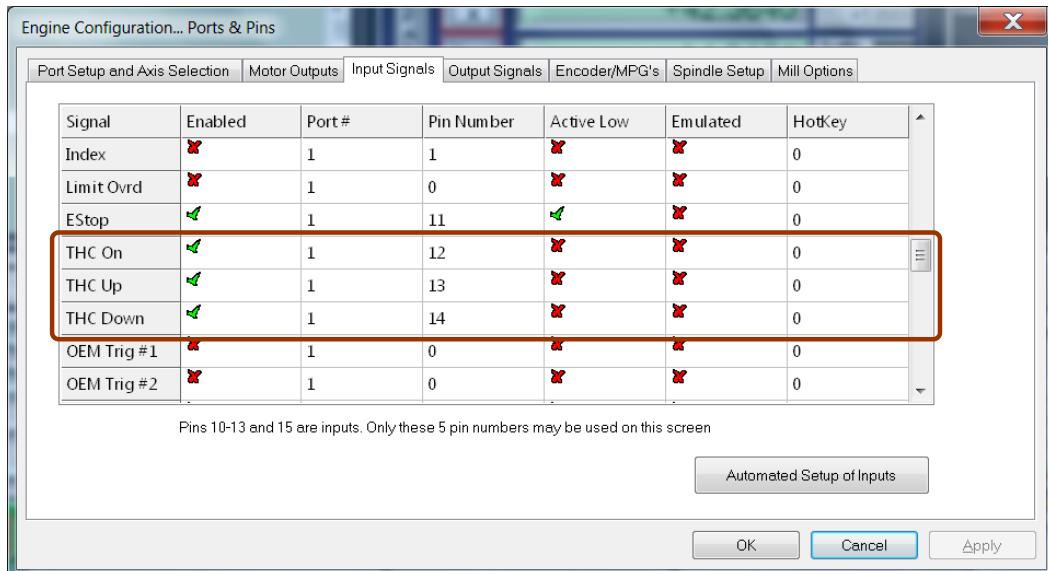
THC On – naziv je zbumujuće formulisan i u stvari znači ARC_OK, odnosno predstavlja signal prisutnosti radnog luka. Signal se dovodi sa plazma agregata, eksternog THC kontrolera ili posebnog strujnog senzora za detekciju luka.

Alternativno je moguće potpuno izbeći upotrebu ovog signala i u tom slučaju je potrebno u dijalogu **Config/Ports and Pins/Mill Options** u **THC options** grupi uključiti opciju **Allow THC UP/DOWN Control even if not in THC mode**. **Time se omogućava da Mach3 ne čeka ARC_OK signal pri izvršavanju G-koda, već posle komande M3 za paljenje luka odmah dalje nastavlja sa radom.**

Drugim rečima, **ako se koristi interna/eksterna detekcija ARC_OK signala onda je ova opcija isključena** (Allow THC UP/DOWN Control even if not in THC mode).

THC Up – komanda za kretanje plazma glave na gore.

THC Down – komanda za kretanje plazma glave na dole.

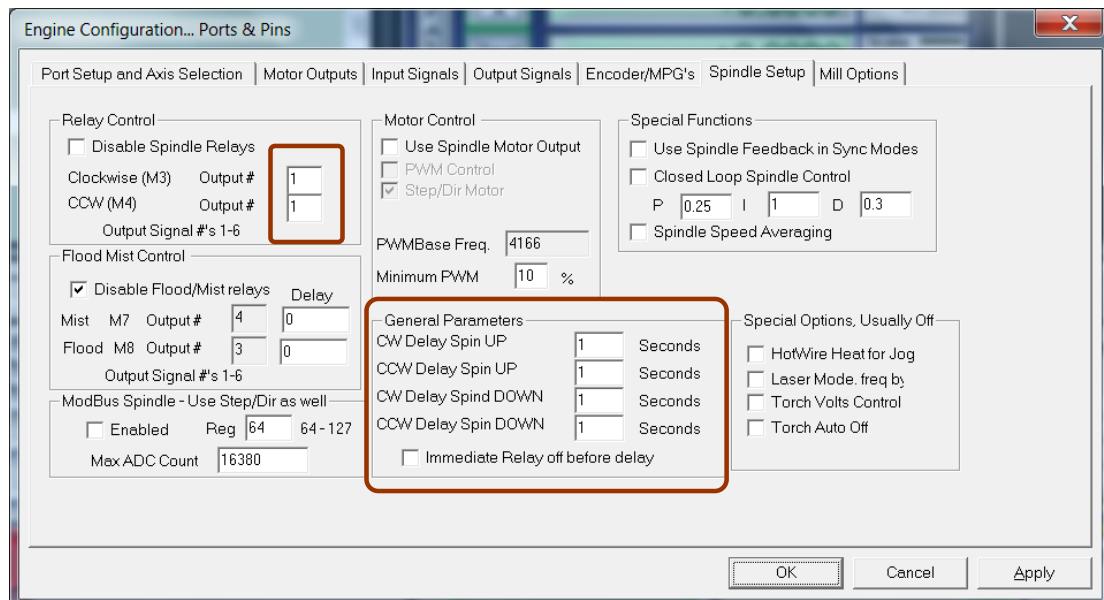


Slika 3 Definisanje ulaznih pinova za THC

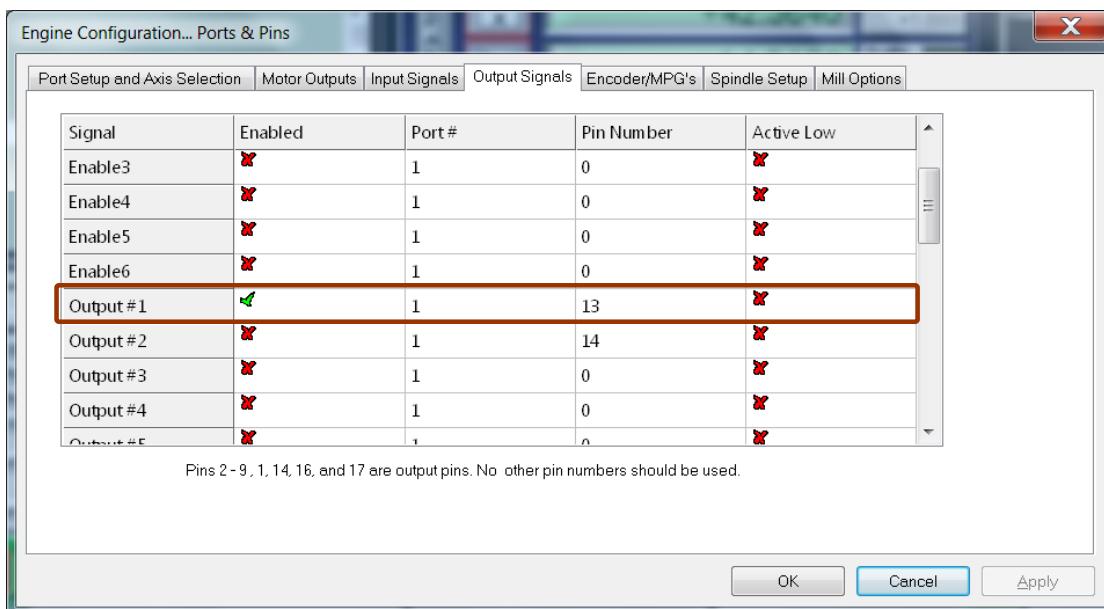
NAPOMENA: Dat je primer podešavanja pinova kada se koristi USB-UIO1 kartica i opto-izolovani ulazi DIN 6-8.
Za druge slučajevе ulazno-izlaznog hardvera je potrebno prilagoditi brojeve pinova.

Dalje je potrebno podesiti digitalni izlaz koji se koristi za paljenje plazma luka komandom **M3/M4**. U primeru koji daje Slika 4, odabran je za izlaz **Output #1**, i za taj izlaz je podešen port i broj pina (Slika 5).

Opciono je moguće podesiti pauze pri paljenju/gašenju plazme, prikazane u grupi **General parameters** (Slika 4). **Ova podešavanja važe i za interni regulator.**



Slika 4 Podešavanje izlaza za paljenje plazme



Slika 5 Podešavanje izlaznog pina za paljenje plazme

NAPOMENA: Dat je primer podešavanja izlaznog pina kada se koristi USB-U1O1 kartica i rele 1.
Za druge slučajeve ulazno-izlaznog hardvera je potrebno prilagoditi broj pina.

U dijalogu za podešavanja Audioms USB kontrolera kretanja koji se otvara preko menu opcije **Plugin Control/USB-MC Config.../THC options** (Slika 6) potrebno je da za **THC type** bude aktivna opcija **External THC**.

Za oba moda rada (interni i eksterni THC regulator) dostupne su za podešavanje sledeće dve opcije:

Pierce delay - Kao što je već napomenuto, ovo polje definiše pauzu od trenutka kada se detektuje ARC_OK signal pa do dozvole reakcije na Up/Down komande sa THC regulatora.
Obično posle M3 komande za paljenje luka sledi G04 komanda za čekanje da se završi proboj materijala. Dalje sledi z pozicioniranje na visinu za rezanje i početak rezanja (kretanje u x-y ravni). Pierce delay parametar treba podesiti tako da se THC kretanje dozvoli tek kada se završe pomenuti koraci (Slika 2).

Force wait for THC_ON after M3 (fix Mach3 bug) - Mach3 ima bug (ili u najmanju ruku nelogičnu osobinu) kod redosleda operacija posle M3 komande za paljenje luka. Naime, kako je već rečeno, često se posle M3 komande za paljenje luka u G-kodu nalazi i G04 komanda kojom se zadaje pauza za čekanje da se izvrši proboj materijala pre nego što se nastavi sa daljim izvršavanjem programa.

Ispravan redosled koraka bi bio:

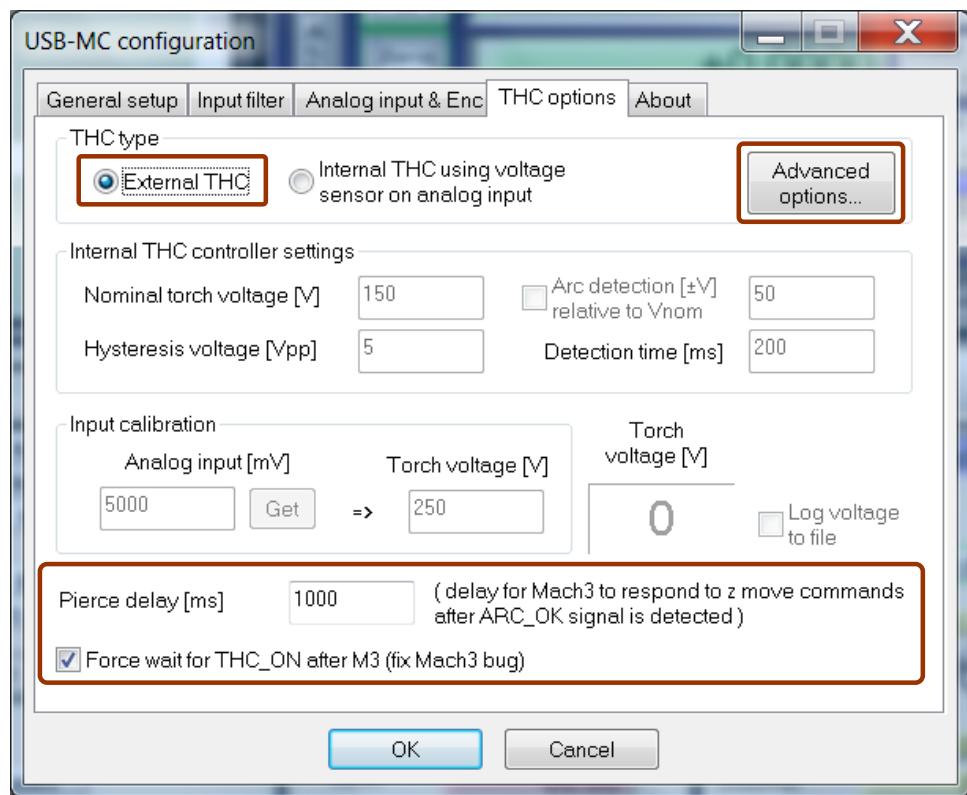
- zadavanje komande M3, čeka se ARC_OK signal, čeka se G04 dwell time, nastavak rada.

Kako u stvari Mach3 radi:

- zadavanje komande M3, čeka se odmah dwell time, čeka se ARC_OK, nastavak rada.

Razlika se često i ne primeti ako se posle izvršenja M3, baklja vrlo brzo upali i još uvek traje vreme dwell pauze. Ali ako se signal ARC_OK pojavi kasnije posle dwell pauze, Mach3 onda odmah kreće sa daljim radom. Takođe, vreme potrebno da se baklja upali može da varira (naročito kod prvog paljenja je duže), pa je zato poželjno da se vreme za proboj materijala (zadato sa G04) meri od trenutka pojave ARC_OK signala.

Da bi se prevazišao ovaj problem uvedena je opcija koja forsira da se posle M3 komande prvo čeka ARC_OK pa tek onda da se nastavi sa radom. Time se dobija ispravan redosled koraka i precizniji tajming za sekvencu paljenja luka.



Slika 6 Dijalog za podešavanje THC opcija pri radu sa eksternim kontrolerom

Podešavanja za interni THC regulator

Interni THC regulator Audioms USB kontrolera kretanja menja funkciju eksternog regulatora i realizovan je potpuno u hardveru. Za ovu funkciju je neophodno preko posebnog izolacionog interfejsa (THC Senzora, Slika 9) dovesti naponski signal sa plazma agregata na analogni ulaz Audioms USB kontrolera kretanja.

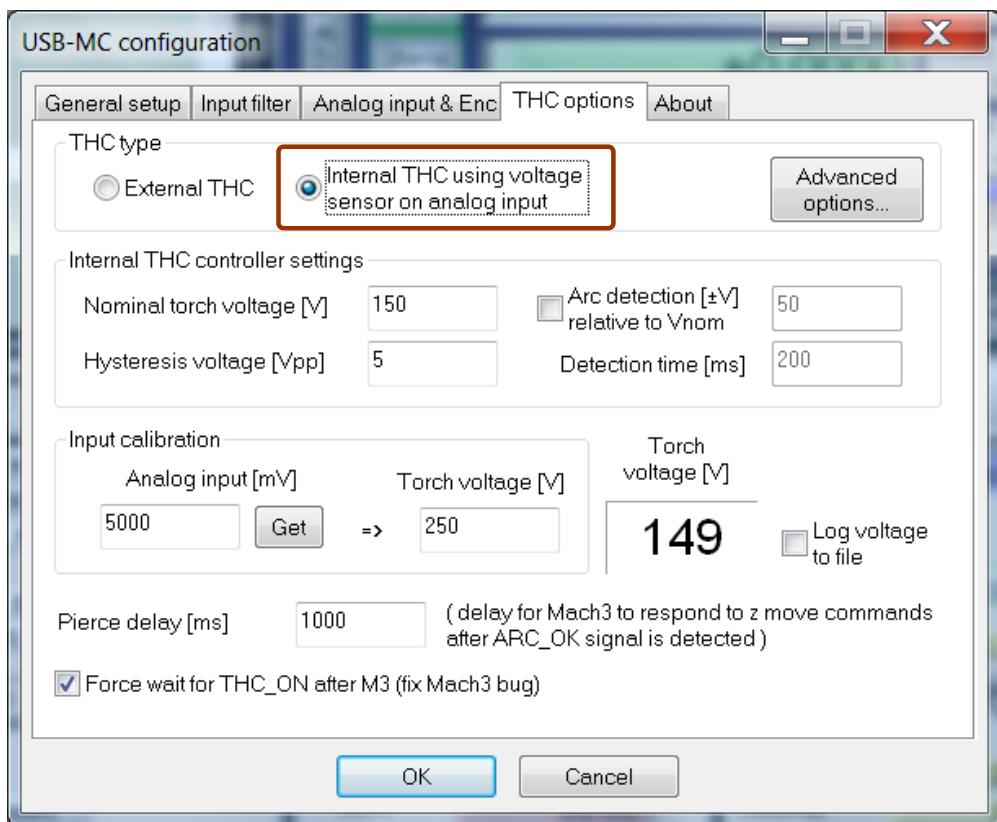
NAPOMENA: Više o THC Senzoru pogledajte na sajtu www.audiohms.com

THC type – potrebno je uključiti opciju [Internal THC using voltage sensor on analog input](#) (Slika 7).

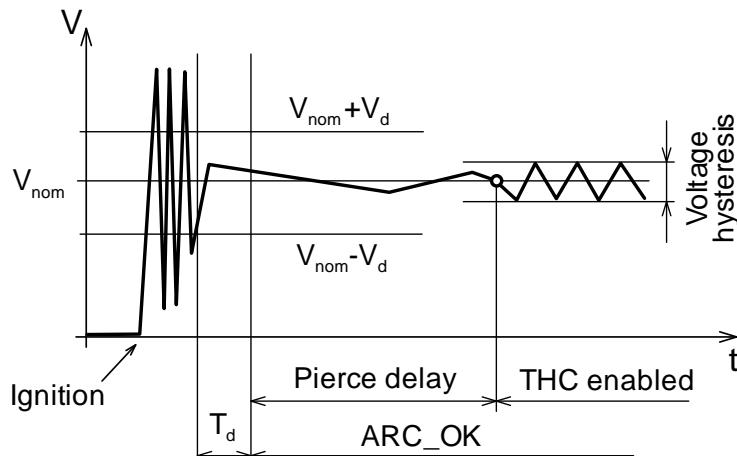
Nominal torch voltage [V] – željeni napon na luku, tj. nominalna vrednost napona (V_{nom}).

Hysteresis voltage [Vpp] – naponski histerzis, peak-to-peak.

Arc detection [$\pm V$] relative to V_{nom} – opcija za detekciju radnog luka (ARC_OK) preko praćenja napona na luku. Prvi parametar koji se navodi je odstupanje napona u pozitivnom i negativnom smeru u odnosu na nominalnu vrednost (V_d - Slika 8), a drugi **Detection time** (T_d), tj vreme za detekciju. Naime, potrebno je da se napon na luku određeni vremenski period zadrži unutar datog opsega da bi se smatralo da je uspostavljen radni luk i da bi bio aktiviran ARC_OK signal.



Slika 7 Dijalog za podešavanje THC opcija pri radu sa internim THC regulatorom



Slika 8 Detekcija prisutnosti luka

Opisana opcija za detekciju luka je korisna ako ne postoji mogućnost dovođenja eksternog signala ARC_OK i u tom slučaju je potrebno isključiti THC_ON signal u Ports&Pins podešavanjima (Slika 3) jer se ARC_OK signal interno generiše.

Ako pak ta mogućnost postoji, potrebno je podesiti digitalni ulaz **THC_ON** za ovaj signal kao kod rada sa eksternim THC regulatorom (Slika 3).

NAPOMENA: Kao što je već opisano u uputstvu za podešavanja eksternog kontrolera, moguće je i potpuno izbeći upotrebu detekcije luka i u tom slučaju je potrebno u dijalušu Config/Ports and Pins/Mill Options u THC options grupi uključiti opciju Allow THC UP/DOWN Control even if not in THC mode. Time se omogućava da Mach3 ne čeka ARC_OK signal pri izvršavanju G-koda, već posle komande M3 za paljenje luka odmah dalje nastavlja sa radom.

Drugim rečima, ako se koristi interna/eksterna detekcija ARC_OK signala onda je ova opcija isključena (Allow THC UP/DOWN Control even if not in THC mode).

Kalibracija ulaza (Input calibration)

Interfejs koji se koristi za povezivanje plazma uređaja sa Audioms USB kontrolerom kretanja ima određeni prenosni odnos napona, tj visok napon koji je prisutan sa strane plazma agregata se spušta na naponski nivo pogodan za čitanje preko Audioms USB kontrolera kretanja. Ovaj prenosni odnos je kod THC Senzora iznosi 1:50 (opciono 1:1). Slika 9 daje izgled THC Senzora.



Slika 9 THC Senzor

U cilju pravilnog preračunavanje napona na luku na osnovu pročitane vrednosti na analognom ulazu, neophodno je izvršiti kalibraciju. To je moguće uraditi navođenjem jednog para vrednosti ulaz-izlaz. Prenosni odnos 1:50 odgovara default podešavanju 5000 mV – 250 V (odnosno 5 V – 250 V).

Neki plazma agregati imaju u sebi ugrađen delitelj napona, tako da imaju naponski izlaz nižeg naponskog nivoa (obično 0–5 V) koji je proporcionalan naponu plazma luka. U ovom slučaju je moguće iskoristiti naponski ulaz 1:1 koji se nalazi na THC Senzoru (Slika 9).

Polje **Torch voltage [V]** sa desne strane bi trebalo posle kalibracije da pokazuje ispravnu trenutnu vrednost napona na luku.

Analog input [mV] – pročitana vrednost napona na analognom ulazu. Maximum je 5 V. Ovo polje je moguće popuniti ručno ili pritiskom na **Get** dugme čime se uzima trenutno pročitana vrednost napona na analognom ulazu.

Torch voltage [V] – vrednost napona na luku koja odgovara prethodno navedenoj vrednosti napona na analognom ulazu.

Što se tiče podešavanja u **Ports & Pins** dijalogu (Slika 3), digitalni ulazi **THC Up** i **THC Down** moraju biti isključeni pošto se ovi signali generišu interna. Takođe, ako je uključena opcija za internu detekciju radnog luka, potrebno je isključiti ulazni pin **THC On**.

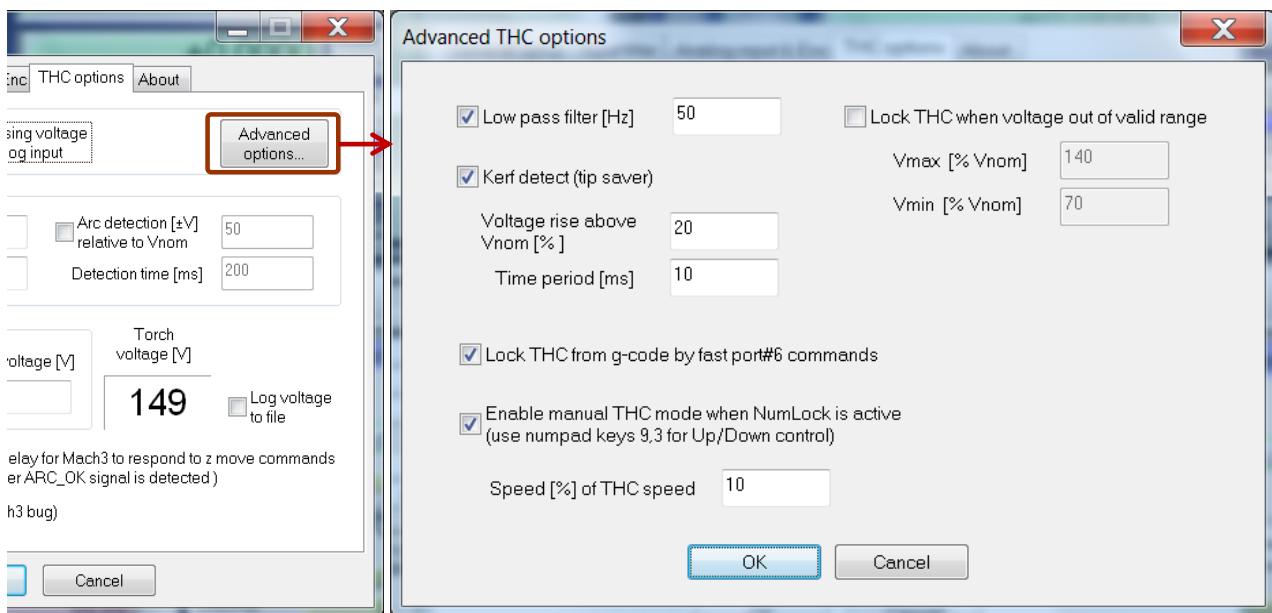
Digitalni izlaz za iniciranje paljenja plazme se podešava na isti način kao kod eksternog kontrolera (Slika 4 i Slika 5).

Takođe, kao što je već navedeno, opcije **Pierce Delay** i **Force wait for THC_ON after M3 (fix Mach3 bug)** važe i za interni THC regulator (objašnjene su ranije u opisu eksternog regulatora).

NAPOMENA: Za pravilno povezivanje plazma agregata i Audioms USB kontrolera kretanja preko pomenutog interfejsa (THC Senzora) pogledati dokumentaciju za pomenuti interfejs.

Advanced THC options

Prve tri opcije (Slika 10) su povezane sa praćenjem napona na luku pa su naravno dostupne samo kod rada sa analognim THC senzorom (Slika 9) i internim regulatorom.



Slika 10 Napredne THC opcije

- **Low pass filter [Hz]** – Naponski signal sa luka koji THC kontroler prati može imati značajan šum. Analogni THC senzor (Slika 9) ima ugrađen filter za potiskivanje šuma, ali može biti potrebno i dodatno filtriranje.

Filter propusnik niskih učestanosti potiskuje učestanosti iznad zadate. Što se niže postavi frekvencija filtera to će se bolje potisnuti šum, međutim istovremeno se i više usporava reakcija na realnu promenu signala.

- **Kerf detect (tip saver)** – Kada plazma glava pri rezanju nađe na već izrezanu putanju (zasek) ili neki otvor u materijalu, pri prelasku preko otvora luk se izdužuje, rasipa i zatvara preko okolnih ivica. To dovodi do naglog skoka očitanog napona na luku, THC kontroler tada reaguje spuštanjem plazma glave koja u najgorem slučaju može i da udari u materijal.

Da bi se ovo sprečilo uvedena je opcija detekcije zaseka (eng. kerf) i zabrana THC kretanja za to vreme prelaska preko otvora. THC kretanje se ponovo dozvoljava tek kada se napon spusti na normalnu vrednost.

Parametri koji se zadaju su:

- **Voltage rise above Vnom [%]** – Rast napona na luku iznad zadate nominalne vrednosti (u procentima). Ako se zada niža vrednost, povećava se osetljivost detekcije, ali se može desiti i pogrešna detekcija zbog šuma ili drugih normalnih varijacija napona.
- **Time period [ms]** – vremenski period za detekciju. Skok napona mora biti dovoljno brz da se desi unutar ovog perioda da bi to bilo prepoznato kao prelazak plazma glave preko zaseka. Drugim rečima, recimo ako je period postavljen na malu vrednost na primer 5ms, a promena napona (porast) je spora, u tom slučaju se porast napona neće prepoznati kao prelazak preko zaseka.

Potrebno je voditi računa da **Low pass filter** ako je uključen (prethodno opisana opcija) onemogućava brze promene napona kada je frekvencija postavljena nisko. U tom slučaju da bi detekcija ispravno radila potrebno je ili postaviti veće vreme detekcije ili podići frekvenciju filtra.

- **Lock THC when voltage out of valid range** – ova opcija zabranjuje THC kretanje ako je napon na luku izvan datog opsega. To može da se desi kao što je rečeno pri prelasku preko zaseka ili nekog otvora u materijalu ili recimo kada se izlazi izvan okvira komada koji se obrađuje.

Zadaju se:

- **Vmax [%Vnom]** – gornja granica napona na luku zadata kao procenat nominalnog napona,
- **Vmin [%Vnom]** – donja granica napona na luku zadata kao procenat nominalnog napona.

- **Lock THC from g-code by fast port#6 commands** – često je poželjno privremeno zabraniti THC kretanje programabilno iz G-koda. Primer za to je recimo rezanje malih otvora, zatim kada pri rezanju delovi materijala ispadaju i ostavljaju otvor, pri rezanju kontura sa oštrim uglovima kada kretanje u X-Y ravni usporava i dovodi do sruštanja glave itd.

Za ovu svrhu odabrane su brze komande za kontrolu porta (inače prevashodno zamišljene za kontrolu lasera). Ovaj tip kontrole ima nekoliko dobrih osobina: komande su brze tj. nema pauza pri izvršavanju, ne prekida se CV (eng. *Constant Velocity*) kontinuitet G-kod kretanja po osama tako da se mogu zadati i usred neke putanje i idealno su vremenski sinhronizovane sa G-kod pokretima po osama.

Kada je ova opcija uključena brze komande za kontrolu porta 6 se interpretiraju kao THC zabrana ili dozvola. Signal **Output#6** tj. odgovarajući port i pin u Mach3 podešavanjima (Ports&Pins) **nije potrebno** podešavati da bi ove komande radile ispravno.

Konkretno, komande su:

E6P1 (zabrana THC kretanja)
E6P0 (dozvola THC kretanja)

Popularni CAM programi za rezanje plazmom imaju podršku za automatsko generisanje komandi za zabranu/dozvolu THC kretanja u G-kodu prema unapred zadatim kriterijumima.

Ova opcija radi i sa internim i sa eksternim kontrolerom.

NAPOMENA:

Treba podsetiti na osobinu ovih brzih komandi za kontrolu porta da se, striktno gledano, izvršavaju **pri sledećem zadatom G-kod kretanju** u programu. Na primer, ako je G-kod ovakav sve je jasno:

G1X100

E6P1

G1X200

Međutim, ako je G-kod ovakav, zabrana THC će se izvršiti tek u četvrtoj liniji što nije očigledno na prvi pogled:

G1X100

E6P1

G04 P1

G1X200

Ipak, kada ovakvo ponašanje nije poželjno, lako se može prevazići ubacivanjem bilo kakvog kretanja neke ose neposredno posle komande E6P1 u ovom slučaju.

- **Enable manual THC mode when NumLock is active** – ova opcija omogućava manuelni mod za ručnu direktnu kontrolu visine plazma glave. Naime, bez obzira koji THC regulator je odabran, nekada je korisno privremeno preuzeti ručnu kontrolu. To može biti slučaj recimo pri eksperimentalnom utvrđivanju optimalne visine plazma glave pri sečenju. Manualni mod je moguće aktivirati u svakom trenutku pritiskom na tipku NumLock na numeričkom delu tastature. Kada je aktivan menuelni mod THC automatska kontrola je suspendovana (deaktivirana) i kretanje gore-dole je moguće kontrolisati putem tastera 9 i 3 na numeričkom delu tastature.

Ponovnim pritiskom na NumLock taster izlazi se iz manuelnog moda rada i THC automatska regulacija preuzima kontrolu.

U manuelnom modu kontrole kretanje je omogućeno čak i ako je aktivirana zabrana THC (Lock THC opcije), a i prisustvo luka ne mora biti detektovano.

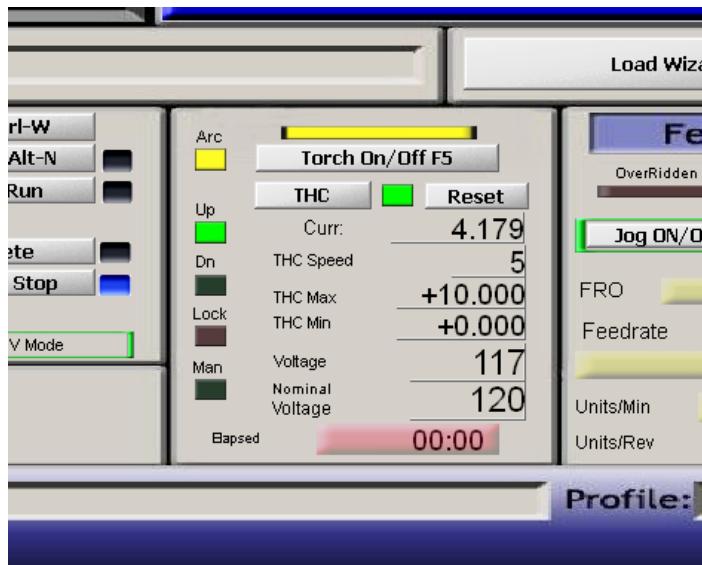
- **Speed [%] of THC speed** – ovo polje omogućava definisanje brzine kretanja u manuelnom modu i to kao procenat zadate THC brzine (polje **THC speed** na glavnom ekranu).

Prilagođen ekran – custom screen set



Za pregledniji prikaz opcija i statusa signala koji se koriste u THC modu rada, moguće je u Mach3 učitati prilagođen ekran (screen set). Ovaj ekran je modifikovana verzija originalnog Mach3 [Plasma.set](#) ekrana.

U glavnu grupu kontrola za rad sa plazmom dodata su pet LED indikatora (ArcOK, Up, Down, Lock, Manual) koji prikazuju trenutno stanje ovih signala i modova rada (Slika 11). Lock indikator je aktivran kada je zabranjeno THC kretanje (za vreme pierce delay pauze ili od strane opcija kerf detect (tip saver), voltage out of valid range ili iz G-koda odgovarajućim komandama).



Slika 11 Mach3 screen prilagođen za THC mod rada sa Audioms USB kontrolerom kretanja

Indikator manuelnog THC moda blinka kada je aktiviran ovaj mod.

Takođe su dodata i polja za prikaz trenutno izmerene kao i nominalne vrednosti napona na luku. Ova dva polja su specifična za interni THC regulator Audioms USB kontrolera kretanja. Nominalnu vrednost napona je moguće upisati direktno u ovo polje (kao i putem THC dijaloga Audioms USB kontrolera kretanja koji je prikazan - Slika 7).

Ponekad je potrebno uneti negativnu vrednost u polje [THC Min](#), a to kod originalnog plasma.set ekrana nije moguće. U ovoj modifikovanoj verziji je i to omogućeno.

Prilagođen ekran je dostupan za preuzimanje sa www.audiohms.com sajta na stranici koja daje opis Audioms USB kontrolera kretanja.

Praktična razmatranja i primeri THC obrade

Traženje materijala

Ova procedura nije specifična za Audioms USB kontroler kretanja tj. ista je kao kod rada sa paralelnim portom, ali se navodi ovde radi kompletnosti uputstva.

Traženje materijala tj. podešavanje inicijalne z pozicije pre paljenja luka, moguće je obaviti na dva načina:

- upotrebom probe (G31) funkcije ili
- upotrebom home (G28.1) funkcije Mach3.

Ako se koristi G31 metod potrebno je podesiti plivajuću glavu (eng. floating head) kao Probe ulazni signal u Ports&Pins podešavanjima Mach3, a onda CAM postprocesor treba da generiše G-kod nalik na navedeni:

G31 Z-100 F50 (probing na dole brzinom 50 mm/min)
G92 Z-0.1 (podesiti trenutnu poziciju kao Z=-0.1)
G00 Z5.0 (nastavak rada, zauzeti visinu za paljenje luka)

U slučaju da se koristi G28.1 metod, potrebno je podesiti da se homing z ose vrši na dole, a plivajuću glavu podesiti da generiše Home signal za z osu (da glumi home prekidač).

U tom slučaju CAM postprocesor treba da generiše G-kod nalik na kod u nastavku:

```
G28.1 Z0.50      (homing Z ose preko tačke Z=0.5)
G92 Z-0.1        (set Z=-0.1)
G00 Z5.0         (nastavak rada)
```

Primer G-koda za sečenje plazmom uz THC

```
G0 X0Y50          (idi na potrebnu X,Y poziciju)
G31 Z-100 F50    (probining na dole brzinom 50 mm/min)
G92 Z-0.1         (podesiti Z ofset tako da trenutna pozicija bude Z=-0.1)
G0 Z5.0           (idi na visinu Z za paljenje luka)
M3               (komanda za paljenje luka, Mach3 čeka signal ARC_OK za nastavak rada)
G4 P0.5            (dwell time 0.5s tj. čekanje da se izvrši proboj materijala)
G0 Z2.0            (zauzeti visinu za nastavak obrade)
F1000             (feedrate = 1000 mm/min)
G2 X100 Y50 R50   (rezanje prvog dela kruga; kada istekne vreme pierce_delay koje se meri od trenutaka pojave ARC_OK signala, nastupa THC Up/Down regulacija)
G2 X0 Y50 R50     (drugi deo kruga)
M5                (gašenje luka)
M30               (kraj koda)
```

U prvom delu koda vrši se traženje materijala G31 metodom, zatim se zauzima visina za paljenje luka. Posle komande M3 za paljenje luka Mach3 čeka ARC_OK signal (preporučuje se da bude aktivna opcija **Force wait for THC_ON after M3 (fix Mach3 bug)** u THC podešavanjima Audioms USB kontrolera kretanja).

Kada se pojavi ARC_OK signal Mach3 nastavlja sa izvršavanjem G-koda, a sledeća komanda je G4 tj pauza od 0.5s dok se ne završi proboj materijala (eng. pierce). Istovremeno, od trenutka pojave ARC_OK signala teče vreme pierce_delay (vreme za dozvolu THC regulacije gore/dole). Ovo vreme treba da je postavljeno na odgovarajuću vrednost tako da se THC regulacija dozvoli tek kada se završi proboj materijala i krene rezanje.

Ručno upravljanje visinom plazma glave putem simuliranih ulaza

Ponekad je potrebno ručno (putem tastera na tastaturi) kontrolisati pomeranje plazma glave gore/dole. Osim manuelnog THC moda koji Audioms USB kontroler nudi to je moguće uraditi i putem simuliranih ulaza.

Mach3 nudi mogućnost da se ulazni signali (pa tako i **THC Up** i **THC Down**) simuliraju preko tastature. Ove signale je potrebno označiti kao **Emulated** i dodeliti im tastere (**HotKey**) na tastaturi (Slika 3).

Da bi ovakvo simulirano kretanje radilo, THC funkcija zahteva da je:

- u Audioms USB konfiguraciji (Slika 6) za „**THC type**“ odabran „**External THC**“ mod jer u suprotnom ako je aktivan interni THC regulator signali Up/Down se interno generišu,
- uključen THC mod rada (THC dugme na glavnom ekranu),
- inicirano paljenje luka, ručno putem „**Torch On/Off F5**“ dugmeta ili M3 komandom iz G-koda,
- detektovan je signal **ARC_OK (THC_ON)** na ulazu. Posle aktiviranja ovog signala, čeka se definisano vreme (pierce delay) i onda THC kretanje gore/dole može da počne.

Alternativno, ako se ovaj signal ne koristi potrebno je uključiti opciju: „**Menu/Config/PortsAndPins/MillOptions/Allow THC UP/DOWN Control even...**“ U tom slučaju odmah po iniciranju paljenja luka smatra se da je luk i upaljen i nema čekanja.

- Isključena opcija „[THC Min Speed](#)“ na glavnom ekranu u donjem desnom uglu (Slika 1). Ova opcija (tzv. anti-dive) služi da se zabrani THC regulacija po z osi kada brzina kretanja tj. feedrate u x-y ravni padne ispod zadate brzine (podešeno kao % od maksimalne brzine). Kako bi THC Up/Down kretanje bilo omogućeno i u stanju mirovanja potrebno je isključiti ovu opciju.

Često postavljana pitanja

- ***THC regulacija radi, ali konstantno je prisutno kretanje gore-dole u pravilnom ritmu, zašto se to dešava?***

U pitanju je oscilovanje regulatora koje se može javiti ako je zadata prevelika brzina THC kretanja ([THC Speed](#)) ili je (kod internog regulatora) zadat premali naponski histerezis (razlika između maksimuma i minimuma napona) koji se želi postići.

- ***ARC_OK signal se pali odmah po zadavanju komande M3 za paljenje luka tj ne čeka se realna pojava ovog signala.***

Aktivna je opcija „[Menu/Config/PortsAndPins/MillOptions/Allow THC UP/DOWN Control even not in THC mode...](#)“. Ova opcija upravo služi da se izbegne korišćenje ARC_OK signala.

- ***THC regulator ne reaguje na pojavu nekog od eksternih signala (Up, Down, THC On/ARC_OK).***

Proveriti da li su dobro podešeni ulazi u Ports&Pins kao i da nije aktivna opcija [Emulated](#) za neki od signala.

- ***Mach3 pri izvršavanju G-koda posle paljenja luka komandom M3 ne čeka ispravno zadato G04 dwell vreme pauze.***

Potrebno je uključiti opciju [Force wait for THC_ON after M3 \(fix Mach3 bug\)](#) u USB-MC konfiguracionom dijalogu.

Takođe proveriti da li je vreme zadato u sekundama (s) ili milisekundama (ms), tj. u skladu sa podešavanjem u Mach3 ([Menu/GeneralConfig/G04 Dwell in ms](#)).

- ***Kretanje po Z osi je limitirano i hod je nedovoljan za THC regulaciju.***

Potrebno je ispravno podešiti polja [THC Min](#) i [THC Max](#) na glavnom Mach3 ekranu. Takođe proveriti da li zadati SoftLimiti za Z osu ograničavaju kretanje. Dalje, moguće je i da Z osa nije dobro kalibrисана. Proveriti u [Menu/Config/MotorTuning](#) da li je polje [steps per unit](#) ispravno podešeno.

IZMENE DOKUMENTA:

- Ver. 1.0, Mart 2017., Polazna verzija uputstva
- Ver. 1.1, Avgust 2018., Dopunjeno uputstva i ispravljene uočene greške
- Ver. 1.5, Novembar 2018., Dodata poglavља „Advanced THC options“ i „Često postavljana pitanja“. Opis novog prilagođenog ekrana
- Ver. 1.7, Mart 2019., Dodata opcija „Enable manual THC mode when NumLock is active“. Ispravljene uočene greške
- Ver. 1.71, Decembar 2020., Ispravljene uočene greške
- Ver. 1.73, Avgust 2021., Ispravljene uočene greške
- Ver. 1.75, Maj 2022., Dodat spisak Audioms Automatika USB kontrolera kretanja koji podržavaju opisane THC funkcije

