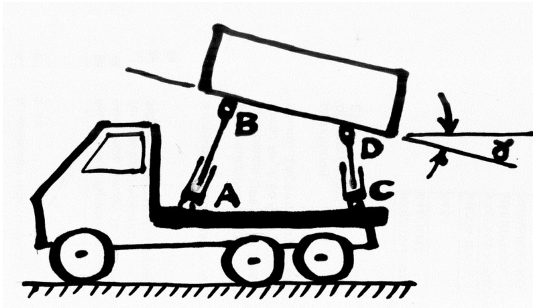
(ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ)

ΛΥΣΕΙΣ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Θέμα 1ο (10%)

Ένα φορτηγό χρησιμοποιεί υδραυλικό μηχανισμό για τη φόρτωση και εκφόρτωση του αποθηκευτικού χώρου ("καρότσας"), όπως στο σχήμα. Υπολογίστε τους βαθμούς ελευθερίας του αποθηκευτικού χώρου. Ειδικότερα, αναφέρατε κάθε βαθμό ελευθερίας και αιτιολογήστε συνοπτικά την απάντησή σας.

Ο αποθηκευτικός χώρος έχει **δύο** βαθμούς ελευθερίας:
(i) τη μετακίνηση του εμβόλου του κυλίνδρου που βρίσκεται στο σημείο A (δηλαδή τη μεταβολή τής απόστασης AB) και
(ii) την – ανεξάρτητη από την προηγούμενη – μετακίνηση του εμβόλου του κυλίνδρου στο σημείο C (δηλ. τη μεταβολή της απόστασης CD).



Θέμα 2ο (30%)

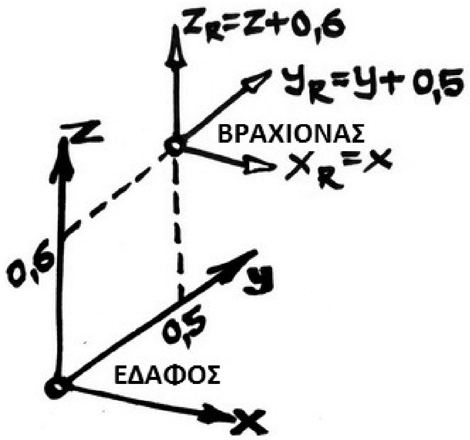
Στο μηχανισμό που απεικονίζεται παραπλεύρως, θεωρείστε οτι οι βάσεις έχουν μήκη AC=22.8 και BD=22.0, και οτι κάθε υδραυλικός κύλινδρος έχει επέκταμα (μετακίνηση) από μηδέν έως Δ=5 (όλα εκφρασμένα σε αυθαίρετη μονάδα μήκους). Υπολογίστε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή τής κλίσης, ως προς τον ορίζοντα, της καρότσας γ σε μοίρες (deg). ΣΗΜ: για μικρές τιμές γωνίας “a” (rad), μπορείτε να θεωρήσετε $a \approx \sin(a) \approx \tan(a)$.

Οι ακραίες τιμές τής κλίσης επιτυγχάνονται όταν ο ένας κύλινδρος (π.χ.εκείνος που βρίσκεται στη θέση A) κινείται στη μέγιστη έκταση και ο άλλος (δηλ. C ως προηγουμένως) στην ελάχιστη. Στην περίπτωση αυτή, τα σημεία C και D συμπίπτουν (CD=0) και η στήριξη τής καρότσας σχηματίζει τρίγωνο ABC με πλευρές AB=5.0, AC=22.8 και BC=22. Η γωνία γ έχει, προσεγγιστικά τιμή AB/AC =0.50/22.8 =0.22 rad ή 12.5 deg.
Εάν η σχετική θέση τών εμβόλων αντιστραφεί (A στην ελάχιστη έκταση και C στη μέγιστη), τα σημεία A και B συμπίπτουν (AB=0) και το νέο τρίγωνο ACD είναι ίσο (αλλά κατοπτρικά προσανατολισμένο) με εκείνο που αναφέρθηκε προηγουμένως. Δηλαδή, η γωνία γ έχει την ίδια τιμή αλλά αντίθετη κατεύθυνση – και πρόσημο.
Επομένως, συνολικά, η γωνία κινείται εκατέρωθεν της οριζόντιας θέσης, στο διάστημα: **[-12.5,+12.5]**deg.

Θέμα 3ο (30%)

Θεωρείστε ένα βιομηχανικό ρομποτικό βραχίονα ικανό να προσεγγίζει όλα τα σημεία του χώρου σε ακτίνα R≤1m από τη βάση του. Περιγράψτε τη λειτουργία του υπο-προγράμματος που επιβλέπει τις συνθήκες για ασφαλή κίνηση τού άκρου τού βραχίονα (σε σχετικές/τοπικές συντεταγμένες) εάν η βάση του είναι εγκατεστημένη σε επίπεδο έδαφος (πάτωμα), στη θέση X=0.0, Y=0.5, Z=0.6 (σε απόλυτες συντεταγμένες).

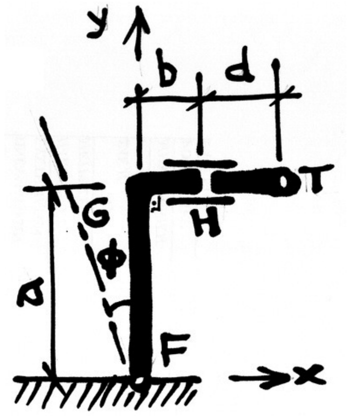
Η κύρια συνθήκη για την ασφαλή τοποθέτηση τού έκρου εργασίας είναι η αποφυγή τής εισχώρησης στο πάτωμα. Επομένως, το υπο-πρόγραμμα πρέπει να ελέγχει τις συντεταγμένες τής θέσης τού άκρου εργασίας. Ο βραχίονας αποτελεί αυτοτελές ρομποτικό σύστημα, επομένως (μέσω τών αισθητήρων των αρθρώσεων)το λογισμικό του βραχίονα έχει γνώση της θέσης σε σχετικές συντεταγμένες (ως προς το σώμα τού βραχίονα) και, ειδικότερα, γνώση της τιμής τής τεταγμένης κατά τον κατακορυφο άξονα Zr.



Κατά τα δεδομένα του θέματος, η βάση τού βραχίονα (και η προδεδεμένη αρχή των αξόνων τών τοπικών συντεταγμένων) είναι τοποθετημένη σε απόσταση 0.6m από το έδαφος. Συνεπώς, η κρίσιμη τιμή είναι ZRc=-0.6 (επαφή με το έδαφος). Επομένως, το υπο-πρόγραμμα εξετάζει τη συνθήκη **ZR>-0.6** ή ZR>δ-0.6 εάν προβλέπεται ελάχιστη αποδεκτή τιμή δ (μικρή "περιοχή ασφαλείας") για ασφαλή προσέγγιση τού εδάφους.

Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν η θέση στον κατακόρυφο άξονα είναι μικρότερη (χαμηλότερη) από την επιτρεπόμενη (δηλαδή ZR=<δ-0/6), το υπο-πρόγραμμα ενεργοποιεί τις προβλεπόμενες κατά περίπτωση διαδικασίες ασφαλείας, όπως διακοπή τών κινήσεων, μετακίνηση σε ασφαλή θέση, αναγγελία σύγκρουσης ή βλάβης κλπ.

Θέμα 4ο (30%)



Δώστε την περιγραφή του χώρου εργασίας για το μηχανισμό του σχήματος εάν a=5 και b=3. Θεωρείστε οτι η γωνία φ τής στροφικής άρθρωσης F περιορίζεται στο διάστημα [-π/4, +-/4] ως προς τον άξονα {y}και οτι η μετακίνηση d της πρισματικής άρθρωσης H περιορίζεται στο διάστημα [0,2]. ΣΗΜ: η γωνία FGH είναι ορθή, όλες οι διαστάσεις δίνονται σε cm.

Η απόσταση FT υπολογίζεται ως η υποτείνουσα του ορθογωνίου τριγώνου FGT και κινείται στο διάστημα $\sqrt{a^2+(b+d_{min})^2}$ και $\sqrt{a^2+(b+d_{max})^2}$, επομένως η θέση του άκρου εργασίας T περιορίζεται μεταξύ δύο κυκλικών ορίων με ακτίνα $R1=\sqrt{5^2+3^2}=\sqrt{34}\approx 5.83$ (τόξο KL) και $R2=\sqrt{(5^2+5^2)}=\sqrt{50}\approx 7.07$ (τόξο MN), αντίστοιχα. Αλγεβρικά: $x^2+y^2>=34$ και $x^2+y^2<=50$.

Επίσης, όταν το τμήμα FG είναι προσανατολισμένο στην ακραία θέση φ=−π/4, το σημείο G έχει συντεταγμένες $(-5/\sqrt{2},5/\sqrt{2})$ και το άκρο εργασίας T κινείται σε μια γραμμή η οποία διέρχεται από αυτό το σημείο και έχει κλίση tan(π/4)=1. Αλγεβρικά: $(y-5/\sqrt{2})-(x+5/\sqrt{2})<=0$, όταν $x<0$.

Αναλόγως, όταν το τμήμα FG είναι προσανατολισμένο στην ακραία θέση φ=+π/4, το σημείο G έχει συντεταγμένες $(5/\sqrt{2},5/\sqrt{2})$ και το άκρο εργασίας κινείται σε γραμμή η οποία διέρχεται από αυτό το σημείο με κλίση tan(−π/4)=−1. Αλγεβρικά: $(y-5/\sqrt{2})+(x-5/\sqrt{2})>=0$, όταν $x>=0$.

ΣΗΜ. Η γραμμή η οποία διέρχεται από σημείο (x_0,y_0) και έχει κλίση α περιγράφεται από την εξίσωση $(y-y_0)-\alpha(x-x_0)=0$