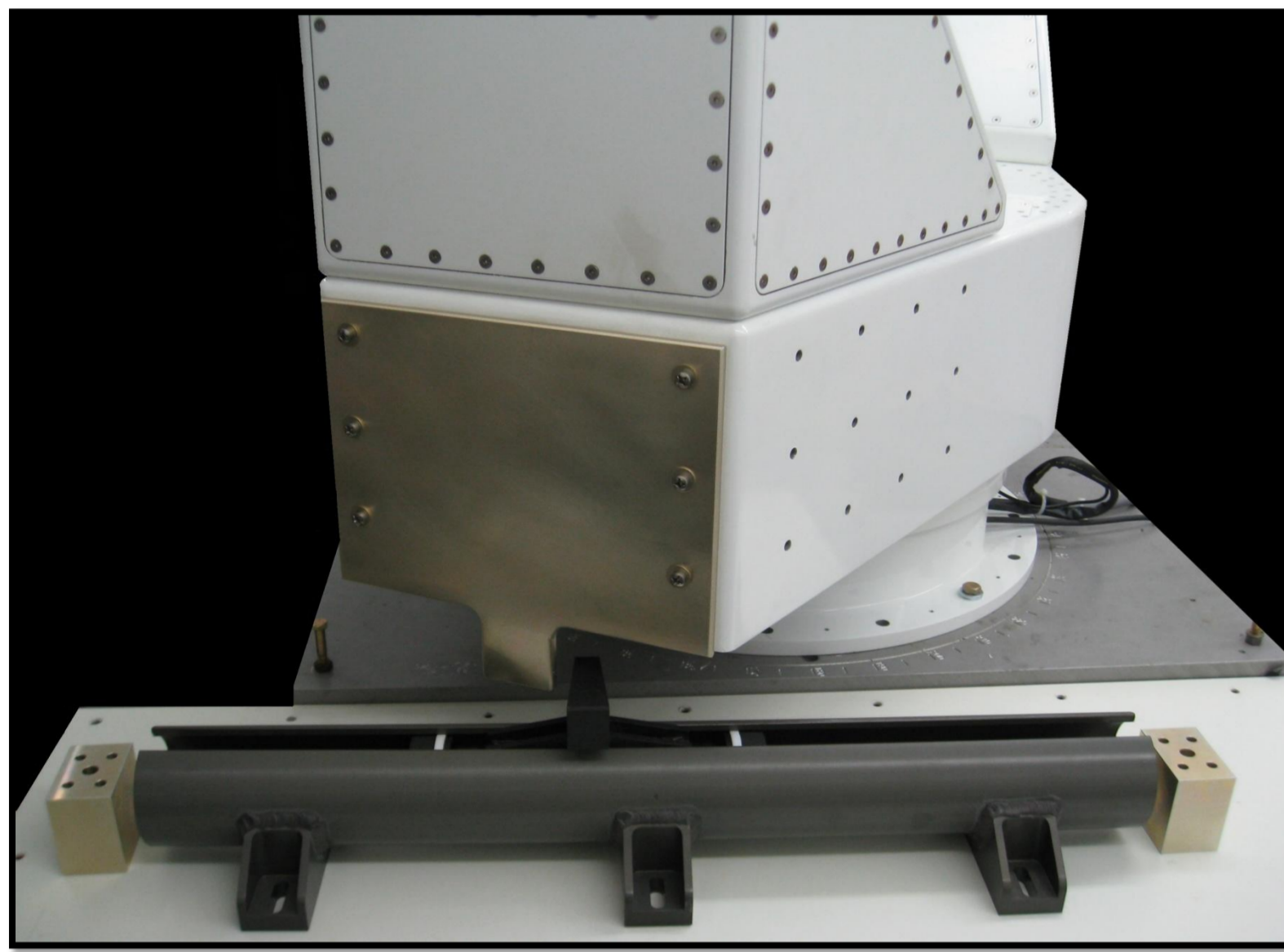


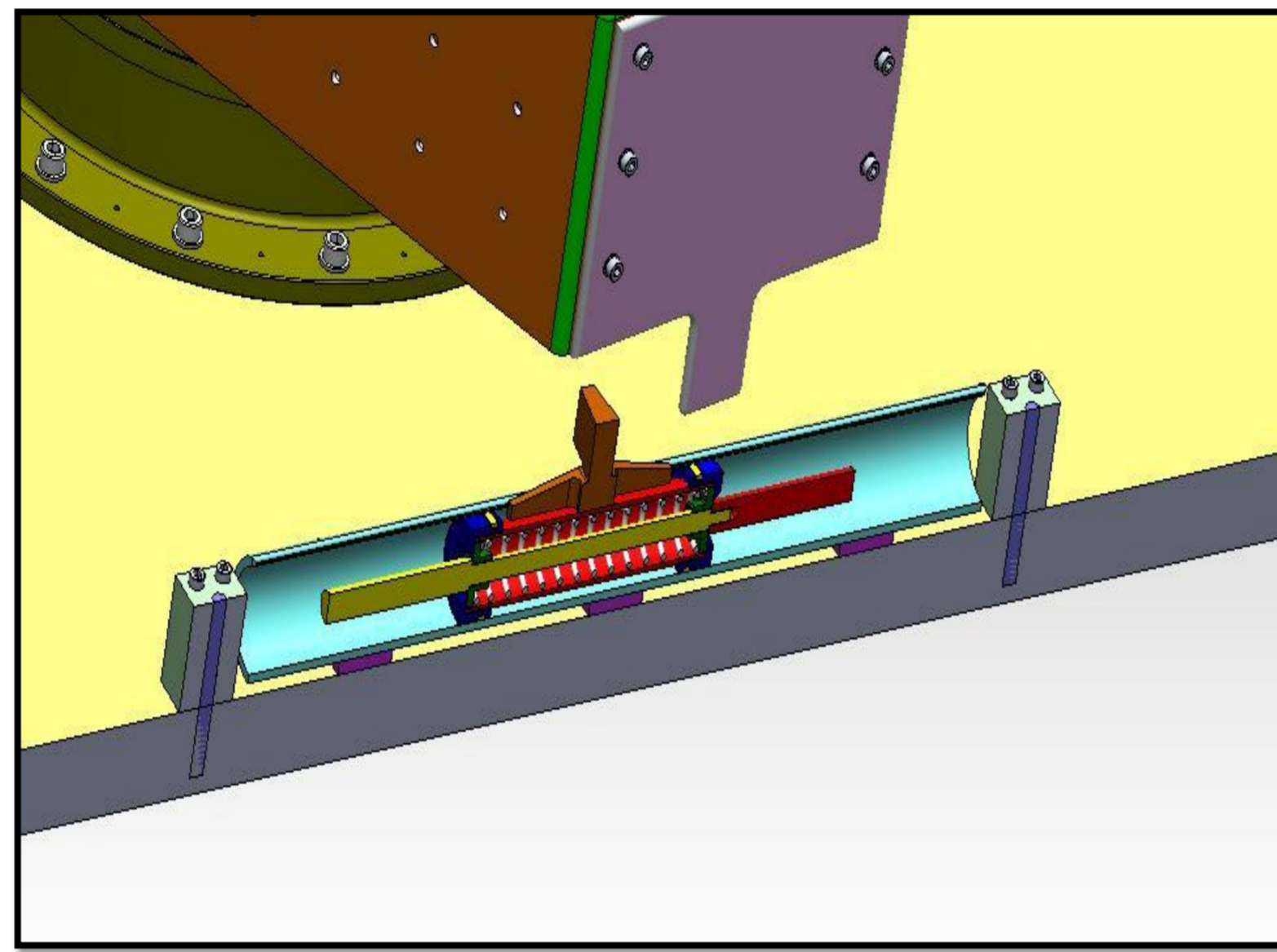
תיאור פעולת הקונספט

פעולת המערכת בשלבים:

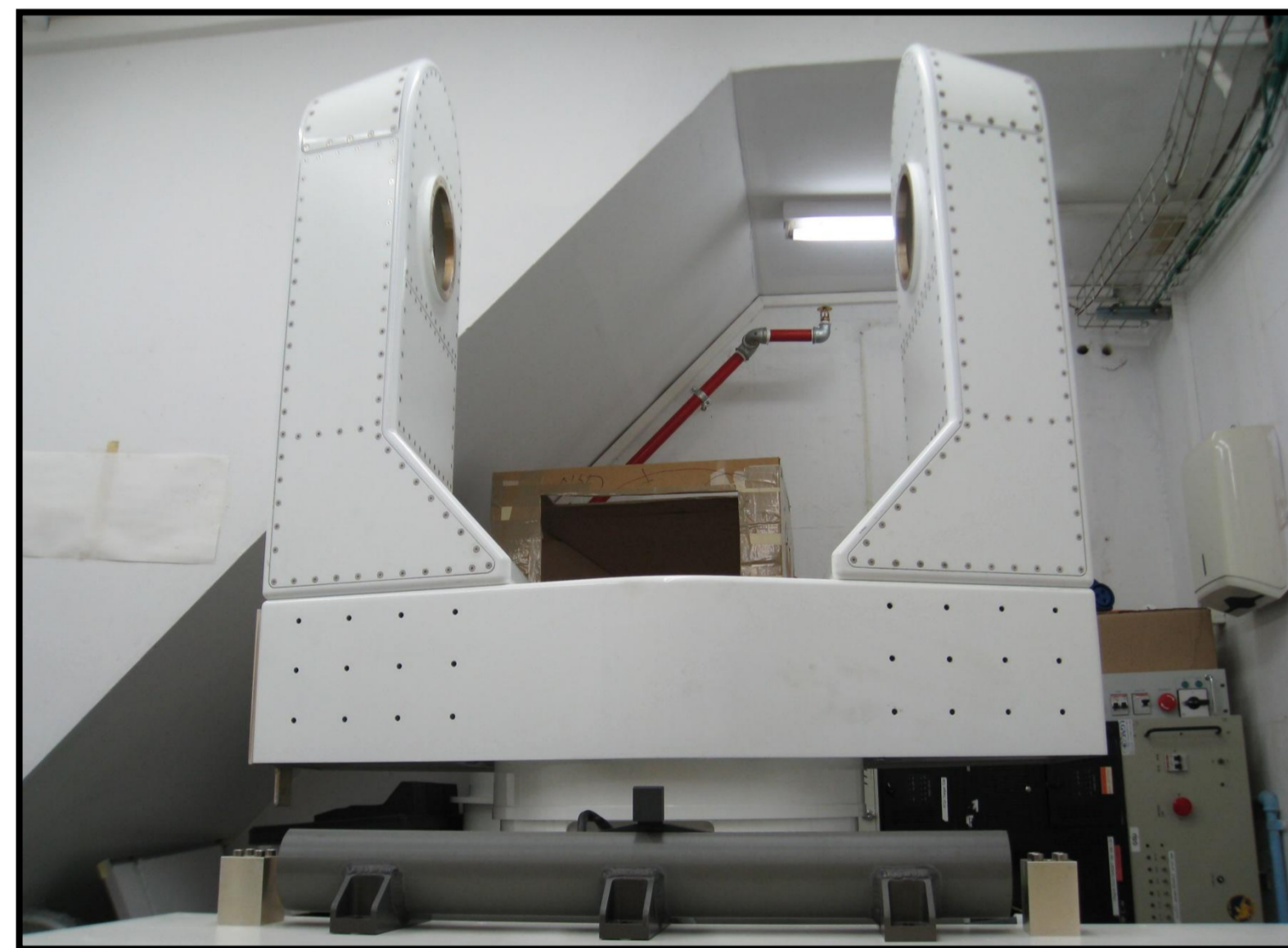
- יישנו כשל של מערכת בלימת הגימבל הממוחשבת והגימבל מסתובב חופשי ללא בקרה.
- כאשר הגימבל מגיע לאוריינטציה של 180 מעלות, הפין הפוגע (בסגול) פוגע בפין הנפגע (בחום) אשר מרותך לצילינדר.
- שני החלקים נעים יחד תוך החלקה על גבי המסילה. הדבר מתבצע בזכות שני מובילי טפלון (בצהוב).
- התנועה החופשית נמשכת לאורך 10 מעלות נוספות של תנועת הגימבל.
- בתום התנועה החופשית, אחד המוטות של המכלול (בהתאם לכיוון התנועה) פוגע בבולם הקצה, הקפיץ הכלוא בין השייבות מתחיל להתכווץ והמערכת מתחילה להאט עד לעצירה.
- במקרה של סיבוב הגימבל בכיוון הנגדי תפעל המערכת באופן זהה.



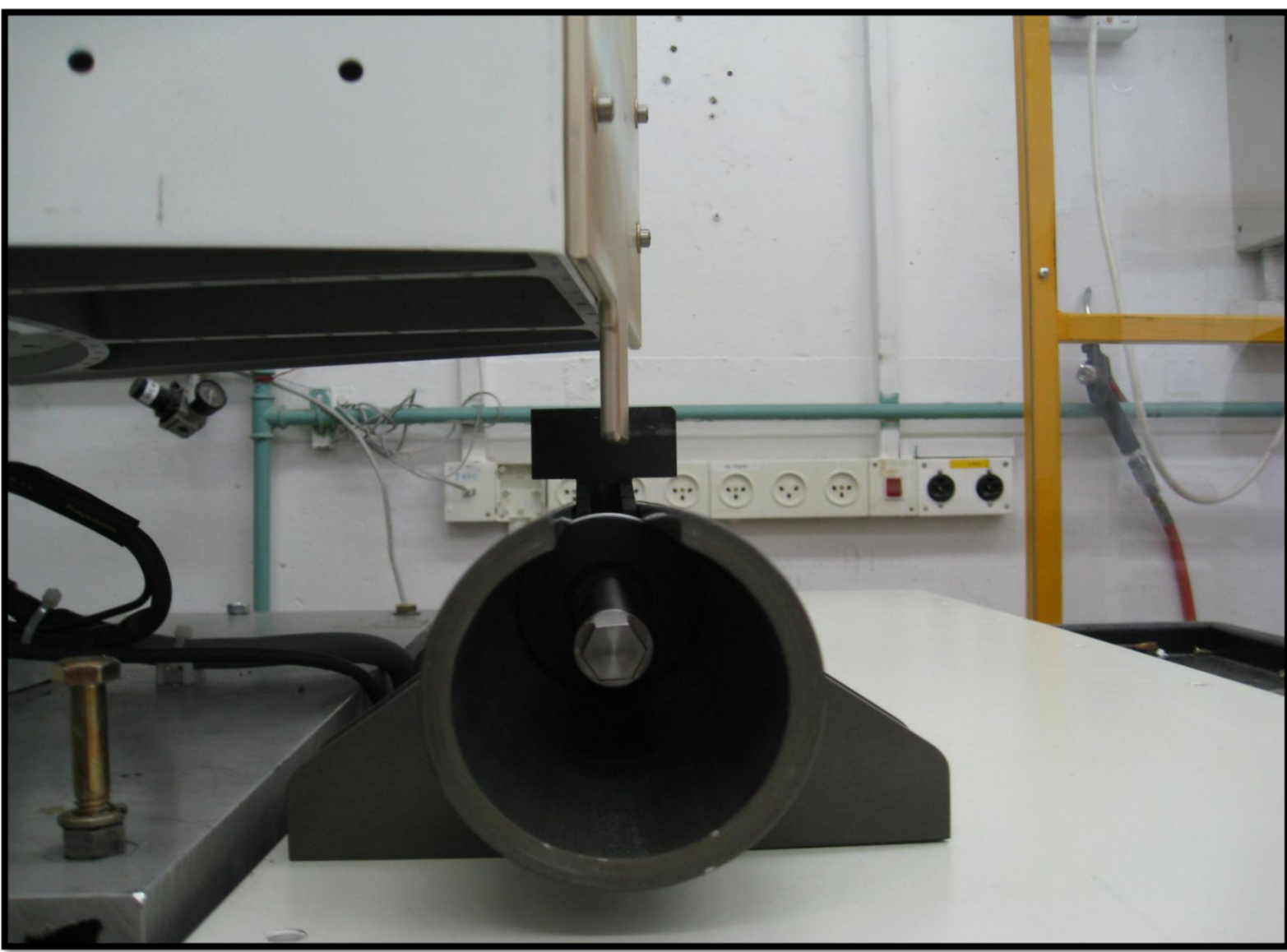
מבט על האינטרקציה בין הפין הפוגע לנפגע.



מודל תיב"ם: מבט חתך.



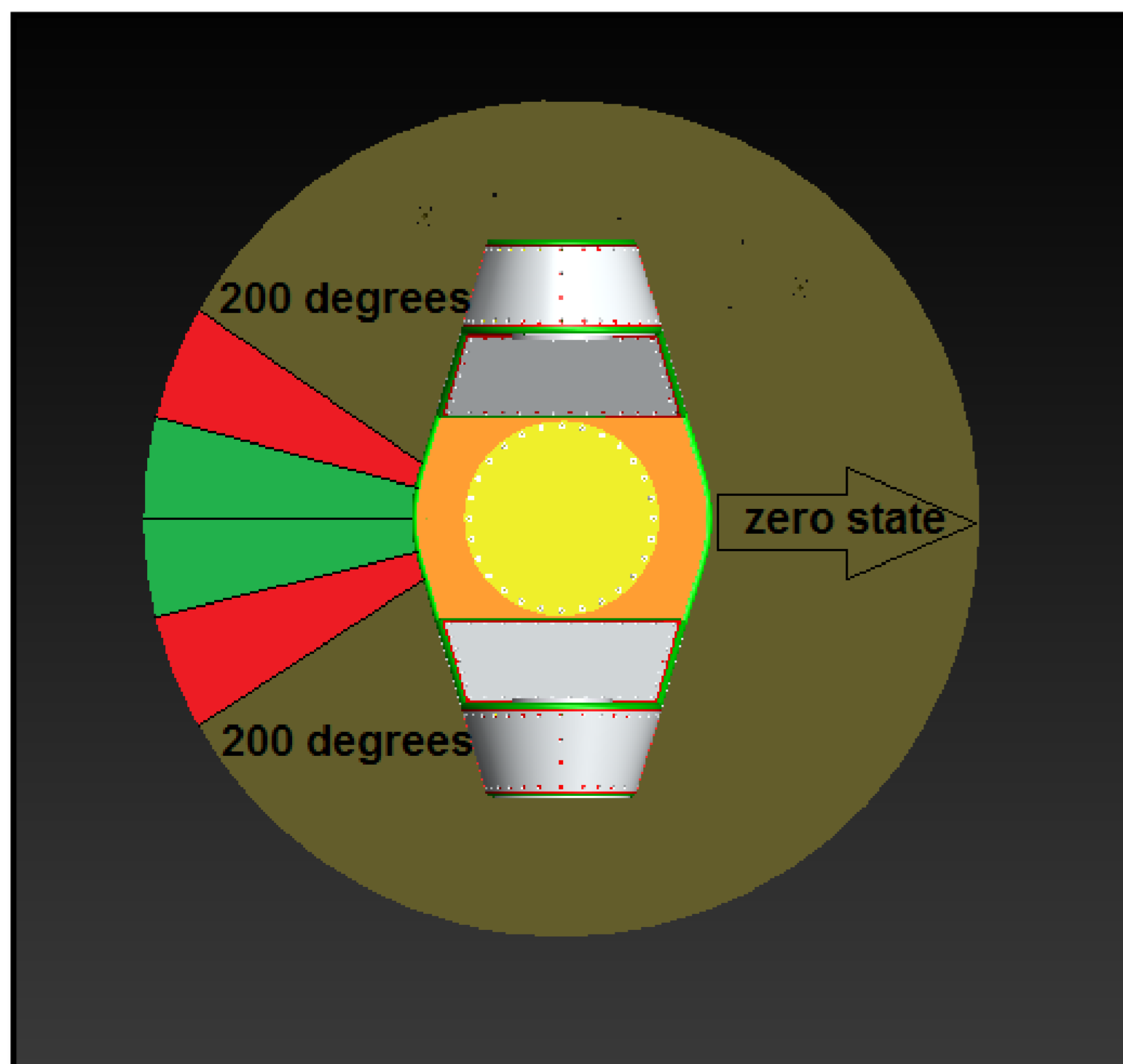
מבט פנים על הבולם ביחס למערכת הסובבת (גימבל).



מבט צד על מכלול הבולם כפי שהוא נע בתוך המסילה.

האתגרים

האתגר המרכזי אשר ליווה אותנו במהלך פיתוח הקונספט הוא שמירה על גזרה של 200 מעלות לכל צד, משמע, תנועה של 400 מעלות בסך הכל. ניתן לתאר זו בסכימה הבאה:



תודות

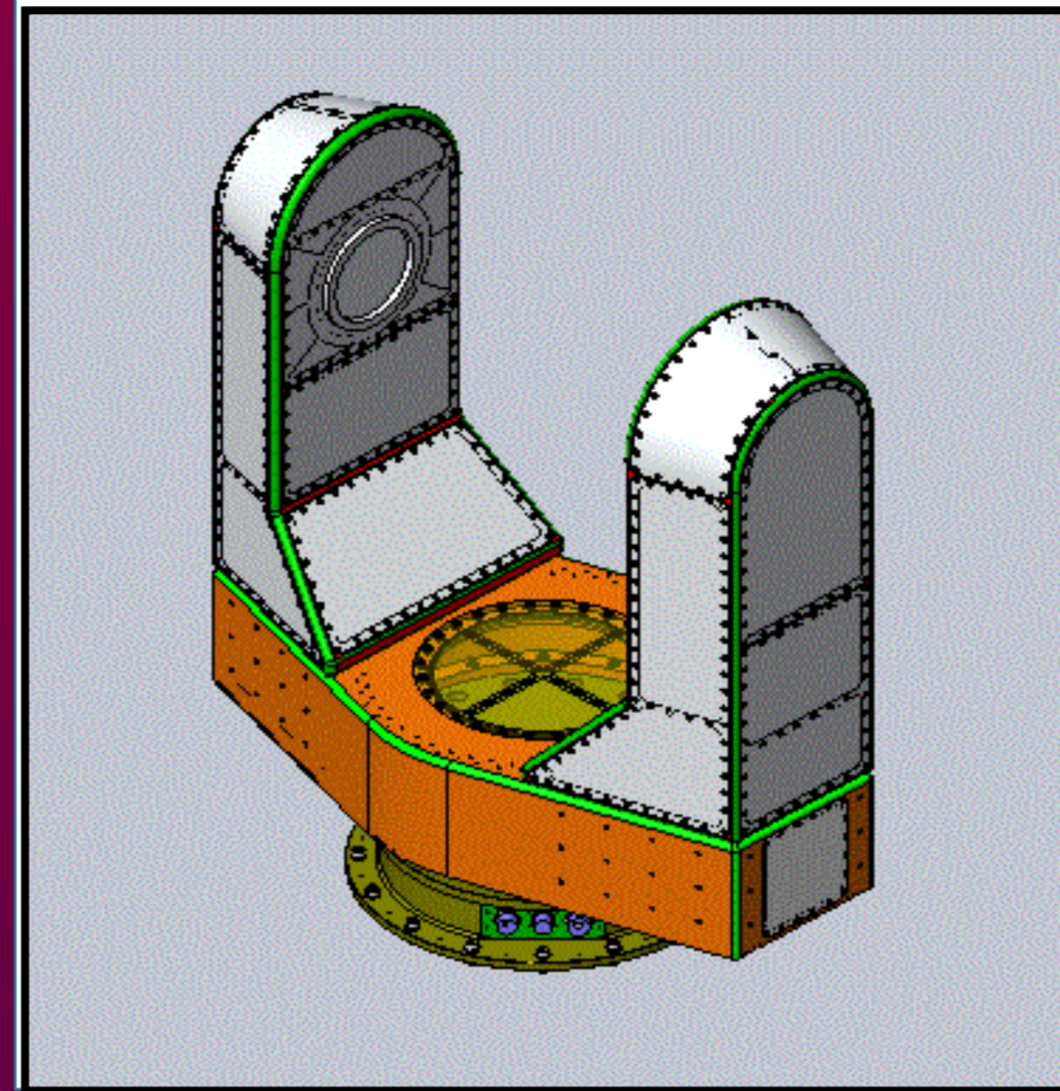
בהזדמנות זאת נרצה להודות לגורמים שליוו אותנו במהלך הקורס:

- יבראש ובראשונה, מר שמעון ויכהנדלר על אדיבותו וסבלנותו ועל הזכות שניתנה לנו ללמוד מניסונו.
- יד"ר חגי במברגר, על העשרתנו בידע הכרוך בפיתוח פרויקט משלב הרעיון ועד למוצר הסופי.
- יד"ר ראובן כץ, על תמיכתו הבלתי מתפשרת. על האפשרות שנתן לנו ללמוד בעצם קיום פרויקט זה.
- לחברות אשלום, VLV ומר יעקוב מרגי על מקצועיותם והוצאה לפועל של ייצור הפרויקט על כל מרכיביו.

ילבסוף, לחברת רפא"ל ולמחלקה ללוחמה אופטרונית ובראשה מר שלמה נזר ומהנדס התכנון מר דוד מנחם על סבלנותם ותמיכתם בשלבי הפרויקט שבזכות האמון בנו, כסטודנטים להנדסת מכונות, נתנו לנו את ההזדמנות להוכיח את כישורנו כמתכננים בתחילת דרכנו.

תקציר

כיום חברת רפא"ל עושה שימוש רב במערכת גימבל סובבת המבוקרת באמצעות מחשב ובקרה.



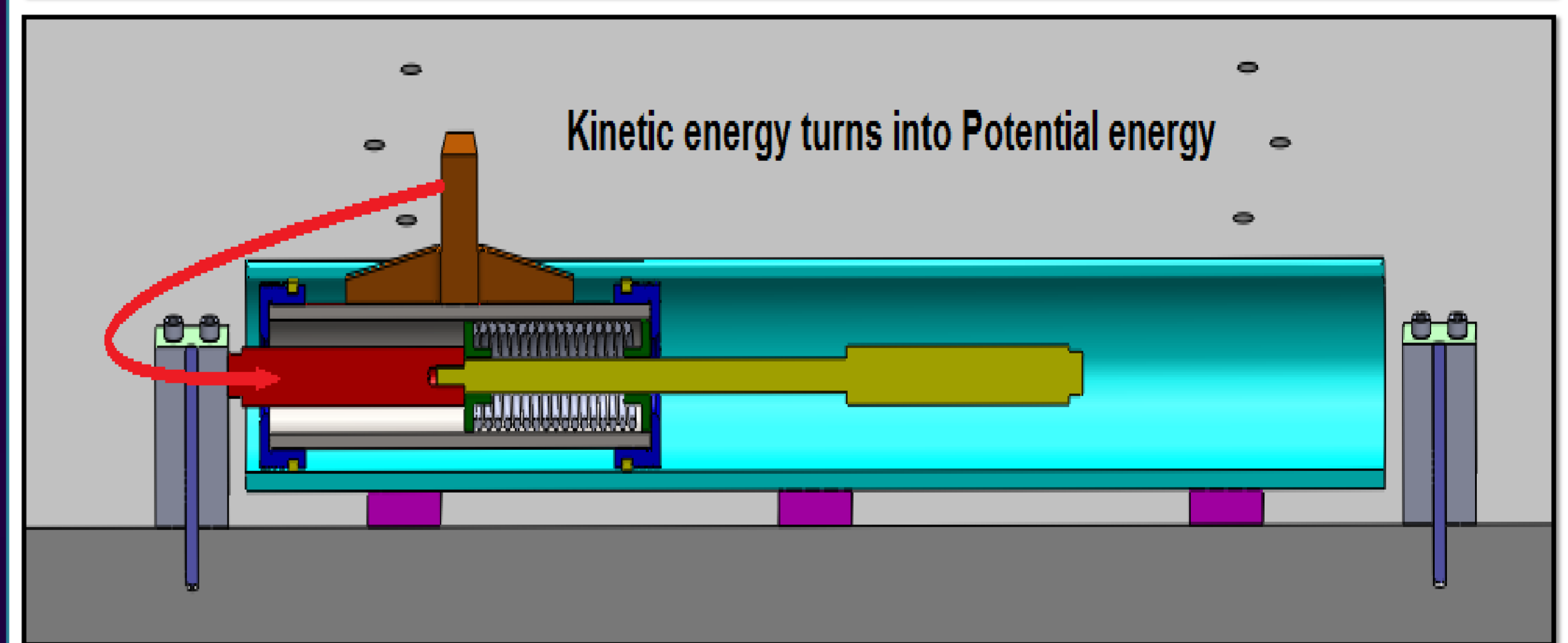
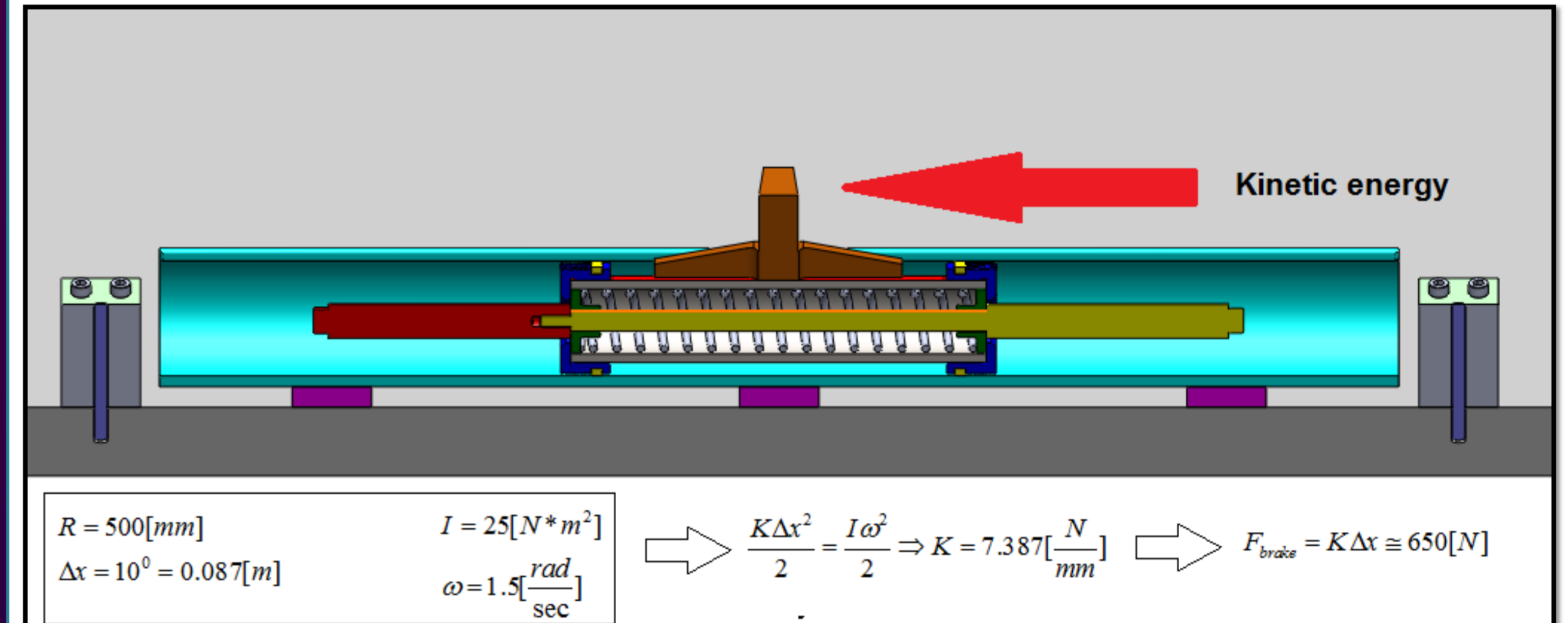
בעבודה סדורה של המערכת, נדרשת תנועה גזרתית של מעל סיבוב אחד של הגימבל ולשם כך ישנו מנוע המציב את הגימבל בכיוון הנדרש. בעת תקלה, עלול הגימבל לחרוג מתחום העבודה, דבר אשר עלול לגרום לכיפוף של הסיב האופטי ושבריתו עד לכדי נזק בלתי הפיך. על מנת למנוע תרחיש שכזה, נדרש המצוות לתכנן בולם מכני אשר ישמור על גזרת התנועה הרצויה.

דרישות הלקוח ומטרות הפרויקט

- הצוות יתכנן בולם מכני שלא מושפע ממערכת הבקרה של הגימבל בשום דרך.
- הבולם יתחבר אל הגימבל בצידו האחד ואל השולחן הנושא אותו בצידו השני.
- הבולם יבלום תנועה את הגימבל בגזרה של $200 \pm$ מעלות מסיב ל-0.
- הבולם יחל את הבלימה בתחום בלימה של עד 10 מעלות.
- הבולם יבלום את התנועה בתאוצה של עד $4 \text{ [rad/sec}^2]$.
- אינרציית המערכת הנבלמת מוגדרת: $25 \text{ [kg} \cdot \text{m}^2]$.
- מהירות התנועה בתחילת הבלימה: 1.5 [rad/sec] .
- המערכת תורכב ותעבור בדיקות קפדניות ברפא"ל על גבי גימבל ייעודי.

רקע תיאורטי / מודל

הקונספט תוכנן על פי עקרון שימור אנרגיה, אנרגיה קינטית הופכת לאנרגיה פוטנציאלית. מסלול האנרגיה כפי שמתקיים במודל התיאורטי:



הרכבה ותחזוקה

אופיה המבצעי של המערכת אליה נתממשק מכתוב כי עבודת התחזוקה ותפעול הבולם תהיה פשוטה ככל האפשר. תכן הבולם כפי שמתואר באיור פשוט ביותר וניתן לתחזוקה בידי איש צוות ללא כל הכשרה טכנית. לצורך הרכבת הבולם יש צורך בשני מפתחות בלבד, עבודת התחזוקה תכלול ניקיון כללי ושימון.

